

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Status Gizi

2.1.1 Pengertian Status Gizi

Status gizi adalah keadaan tubuh sebagai akibat konsumsi makanan dan penggunaan zat-zat gizi, di bedakan antara gizi kurang, baik, dan lebih (Almatsier, 2010). Sedangkan menurut Supariasa dkk (2002), status gizi adalah ekspresi dari keadaan keseimbangan dalam bentuk variabel tertentu, atau perwujudan dari nutrisi dalam bentuk variabel tertentu.

2.1.2 Penilaian Status Gizi

Menurut Supariasa dkk (2002), pada dasarnya penilaian status gizi dapat dibagi dua yaitu secara langsung dan tidak langsung.

a. Penilaian Gizi Secara Langsung

Penilaian status gizi secara langsung dapat di bagi menjadi empat penilaian yaitu antropometri, klinis, biokimia, dan biofisik.

1). Antropometri

Secara umum antropometri artinya ukuran tubuh manusia. Ditinjau dari sudut pandang gizi, maka antropometri gizi berhubungan dengan berbagai macam pengukuran dimensi tubuh dan komposisi tubuh dari berbagai tingkat umur dan tingkat gizi. Penggunaan antropometri secara umum digunakan untuk melihat ketidakseimbangan asupan protein dan energi. Ketidakseimbangan ini terlihat pada pola pertumbuhan fisik dan proporsi jaringan tubuh seperti lemak, otot dan jumlah air dalam tubuh (Supariasa dkk, 2002).

Dalam program gizi masyarakat, pemantauan status gizi anak balita menggunakan metode antropometri. Antropometri sebagai indikator status gizi dapat dilakukan dengan mengukur beberapa parameter, antara lain: umur, berat badan, tinggi badan, lingkar kepala, lingkar lengan, lingkar pinggul dan tebal lemak di bawah kulit. Beberapa indeks antropometri yang sering digunakan yaitu berat badan menurut umur (BB/U), tinggi badan menurut umur (TT/U), berat badan menurut tinggi badan (BB/TB) dan indeks massa tubuh menurut umur (IMT/U) (Supariasa dkk, 2002).

Berat badan adalah salah satu parameter yang memberikan gambaran massa tubuh yang terdiri dari protein, lemak, air dan mineral pada tulang. Massa tubuh sangat sensitif terhadap perubahan-perubahan yang mendadak misalnya karena terserang penyakit infeksi, menurunnya nafsu makan atau menurunnya jumlah makanan yang dikonsumsi. Berat badan (BB) juga merupakan parameter antropometri yang sangat labil dalam keadaan normal

dimana keadaan kesehatan baik dan keseimbangan antara konsumsi dan kebutuhan gizi terjamin, maka BB berkembang mengikuti pertambahan umur (Supariasa dkk, 2002).

Tinggi badan merupakan parameter yang penting bagi keadaan yang telah lalu dan keadaan sekarang, jika umur tidak diketahui dengan tepat. Di samping itu, tinggi badan merupakan ukuran kedua yang penting, karena dengan menghubungkan berat badan terhadap tinggi badan (*Quack stick*), faktor umum dapat dikesampingkan (Supariasa dkk, 2002).

Indeks Massa Tubuh (IMT) merupakan rumus matematika yang berkaitan dengan lemak tubuh orang dewasa, dan dinyatakan sebagai berat badan dibagi dengan kwadrat tinggi badan (Arisman, 2010). IMT merupakan alat yang sederhana untuk memantau status gizi khususnya yang berkaitan dengan kekurangan dan kelebihan berat badan, maka mempertahankan berat badan normal memungkinkan seseorang dapat mencapai usia harapan hidup lebih panjang (Supariasa dkk, 2002).

$$IMT = \frac{\text{berat badan}(kg)}{\text{tinggi badan}^2(m)}$$

Untuk orang dewasa yang berusia 20 tahun keatas, IMT diinterpretasi menggunakan kategori status berat badan standard yang sama untuk semua umur bagi pria dan wanita. Untuk anak-anak dan remaja, intrepretasi IMT adalah spesifik mengikut usia dan jenis kelamin (CDC, 2009).

Tabel 1. Klasifikasi Indeks Massa Tubuh menurut Umur

Indeks	Kategori Status Gizi	Ambang Batas (Z-score)
	Sangat Kurus	<-3 SD
Indeks Massa Tubuh menurut Umur (IMT/U) Anak umur 5-18 tahun	Kurus	-3 SD sampai dengan <-2 SD
	Normal	-2 SD sampai dengan 1 SD
	Gemuk	>1 SD sampai dengan 2 SD
	Obesitas	>2 SD

Sumber: Kemenkes (2010)

2). Klinis

Pemeriksaan klinis adalah metode yang sangat penting untuk menilai status gizi masyarakat. Metode ini didasarkan atas perubahan-perubahan yang terjadi yang dihubungkan dengan ketidakcukupan zat gizi. Hal ini dapat dilihat pada jaringan epitel (*superficial epithelial tissues*) seperti kulit, mata, rambut, dan mukosa oral atau pada organ-organ yang dekat dengan permukaan tubuh seperti kelenjar tiroid. Penggunaan metode ini umumnya untuk survei klinis secara cepat (*rapid clinical surveys*). Survei ini dirancang untuk mendeteksi secara cepat tanda-tanda klinis umum dari kekurangan salah satu atau lebih zat gizi. Disamping itu digunakan untuk mengetahui tingkat status gizi seseorang dengan melakukan pemeriksaan fisik yaitu tanda (*sign*) dan gejala (*symptom*) atau riwayat penyakit (Supriasa dkk, 2002).

3). Biokimia

Penilaian status gizi dengan biokimia adalah pemeriksaan spesimen yang diuji secara laboratoris yang dilakukan pada berbagai macam jaringan tubuh. Jaringan tubuh yang digunakan antara lain darah, urin, tinja, dan juga

beberapa jaringan tubuh seperti hati dan otot. Penggunaan metode ini digunakan untuk suatu peringatan bahwa kemungkinan akan terjadi keadaan malnutrisi yang lebih parah lagi. Banyak gejala klinis yang kurang spesifik, maka penentuan kimia faal dapat lebih banyak menolong untuk menentukan kekurangan gizi yang spesifik (Supariasa dkk, 2002).

4). Biofisik

Penentuan status gizi secara biofisik adalah metode penentuan status gizi dengan melihat kemampuan fungsi (khususnya jaringan) dan melihat perubahan struktur dari jaringan. Umumnya dapat digunakan dalam situasi tertentu seperti kejadian buta senja epidemik (*epidemic of night blindness*). Cara yang digunakan adalah tes adaptasi gelap (Supariasa, 2002).

b. Penilaian Status Gizi Secara Tidak Langsung

Penilaian status gizi tidak langsung dapat dibagi menjadi tiga yaitu survei konsumsi makanan, statistik vital dan faktor ekologi (Supariasa dkk, 2002).

1). Survei Konsumsi Makanan

Survei konsumsi makanan adalah metode penentuan status gizi secara tidak langsung dengan melihat jumlah dan jenis zat gizi yang dikonsumsi. Pengumpulan data konsumsi makanan dapat memberikan gambaran tentang konsumsi berbagai zat gizi pada masyarakat, keluarga dan individu. Survei ini dapat mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan zat gizi (Supariasa dkk, 2002).

2). Statistik Vital

Pengukuran status gizi dengan statistik vital adalah dengan menganalisis data beberapa statistik kesehatan seperti angka kematian berdasarkan umur, angka kesakitan dan kematian akibat penyebab tertentu dan data lainnya yang berhubungan dengan gizi. Penggunaannya dipertimbangkan sebagai bagian dari indikator tidak langsung pengukuran status gizi masyarakat (Supariasa dkk, 2002).

3). Faktor Ekologi

Malnutrisi merupakan masalah ekologi sebagai hasil interaksi beberapa faktor fisik, biologis dan lingkungan budaya. Jumlah makanan yang tersedia sangat tergantung dari keadaan ekologi seperti iklim, tanah, irigasi dan lain-lain. Pengukuran faktor ekologi dipandang sangat penting untuk mengetahui penyebab malnutrisi di suatu masyarakat sebagai dasar untuk melakukan program intervensi gizi (Supariasa dkk, 2002).

2.2 Hemoglobin (Hb)

2.2.1 Pengertian Hemoglobin

Hemoglobin adalah protein khusus pada eritrosit yang membawa oksigen (O_2) ke jaringan dan mengembalikan karbondioksida (CO_2) dari jaringan ke paru-paru. Tiap eritrosit mengandung sekitar 640 juta molekul hemoglobin. Tiap molekul hemoglobin (Hb) A pada orang dewasa normal (hemoglobin yang dominan dalam darah setelah usia 3-6 bulan) terdiri atas 4 rantai

polipeptida $\alpha_2\beta_2$, masing-masing dengan gugus heme sendiri. Berat molekul HbA adalah 68.000. Darah orang dewasa normal juga mengandung dua hemoglobin lain dalam jumlah kecil, yaitu HbF dan HbA₂. Keduanya juga mengandung rantai α , tetapi secara berurutan, dengan rantai γ dan δ , selain β . Perubahan utama dari hemoglobin fetus ke hemoglobin dewasa terjadi 3-6 bulan setelah lahir (Hoffbrand et al, 2005).

2.2.2 Struktur Hemoglobin

Hemoglobin merupakan protein tetramer yang tersusun dari pasangan-pasangan dua buah polipeptida yang berbeda. Struktur tetramer hemoglobin yang umum dijumpai adalah sebagai berikut : HbA (hemoglobin dewasa normal) = $\alpha_2\beta_2$, HbF (hemoglobin janin) = $\alpha_2\gamma_2$, HbS (hemoglobin sel sabit) = α_2S_2 , dan HbA₂ (hemoglobin dewasa minor) = $\alpha_2\delta_2$ (Murray et al., 2003).

2.2.3 Kadar Hemoglobin

Hemoglobin adalah molekul mengandung besi yang mampu mengangkut oksigen dan terdapat di dalam sel darah merah. Gram Hb per desiliter darah adalah indeks yang menyatakan kapasitas darah untuk mengangkut oksigen. Pengukuran Hb di dalam darah utuh merupakan cara yang paling banyak digunakan sebagai tes skrining anemia (Almatsier dkk, 2011). WHO (2011) telah menetapkan batas kadar hemoglobin untuk mendiagnosis tingkat anemia berdasarkan umur dan jenis kelamin.

Tabel 2. Batas Kadar Hemoglobin (g/dL) untuk Mendiagnosa Tingkat Anemia

Populasi	Tidak anemia	Anemia		
		ringan	sedang	berat
Anak-anak 6-59 bulan	$\geq 11,0$	10,0-10,9	7,0-9,9	$<7,0$
Anak-anak 5-11 tahun	$\geq 11,5$	11,0-11,4	8,0-10,9	$<8,0$
Anak-anak 12-14 tahun	$\geq 12,0$	11,0-11,9	8,0-10,9	$<8,0$
Wanita tidak hamil (≥ 15 tahun)	$\geq 12,0$	11,0-11,9	8,0-10,9	$<8,0$
Wanita hamil	$\geq 11,0$	10,0-10,9	7,0-9,9	$<7,0$
Pria (≥ 15 tahun)	$\geq 13,0$	11,0-12,9	8,0-10,9	$<8,0$

Sumber : WHO (2011)

2.2.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kadar Hemoglobin

Beberapa faktor-faktor yang mempengaruhi kadar hemoglobin adalah :

1. Kecukupan Besi dalam Tubuh

Besi dibutuhkan untuk produksi hemoglobin, sehingga anemia defisiensi besi akan menyebabkan terbentuknya sel darah merah yang lebih kecil dan kandungan hemoglobin yang rendah. Besi juga merupakan mikronutrien esensial dalam memproduksi hemoglobin yang berfungsi mengangkut oksigen dari paru-paru ke jaringan tubuh, untuk dieksresikan ke dalam udara pernapasan, sitokrom, dan komponen lain pada sistem enzim pernapasan seperti sitokrom oksidase, katalase, dan peroksidase. Besi berperan dalam sintesis hemoglobin dalam sel darah merah dan mioglobin dalam sel otot. Kandungan $\pm 0,004$ % berat tubuh (60-70%) terdapat dalam hemoglobin yang disimpan sebagai ferritin di dalam hati, hemosiderin di dalam limpa dan sumsum tulang. Kurang lebih 4% besi di dalam tubuh berada sebagai

mioglobin dan senyawa-senyawa besi sebagai enzim oksidatif seperti sitokrom dan flavoprotein. Walaupun jumlahnya sangat kecil namun mempunyai peranan yang sangat penting. Mioglobin ikut dalam transportasi oksigen menerobos sel-sel membran masuk kedalam sel-sel otot. Sitokrom, flavoprotein, dan senyawa-senyawa mitokondria yang mengandung besi lainnya, memegang peranan penting dalam proses oksidasi menghasilkan Adenosin Tri Phosphat (ATP) yang merupakan molekul berenergi tinggi. Sehingga apabila tubuh mengalami anemia gizi besi maka terjadi penurunan kemampuan bekerja. Pada anak sekolah berdampak pada peningkatan absen sekolah dan penurunan prestasi belajar. Kecukupan besi yang direkomendasikan adalah jumlah minimum besi yang berasal dari makanan yang dapat menyediakan cukup besi untuk setiap individu yang sehat pada 95% populasi, sehingga dapat terhindar kemungkinan anemia kekurangan besi (Zarianis, 2006).

2. Metabolisme Besi dalam Tubuh

Besi yang terdapat di dalam tubuh orang dewasa sehat berjumlah lebih dari 4 gram. Besi tersebut berada di dalam sel-sel darah merah atau hemoglobin (lebih dari 2,5 g), *myoglobin* (150 mg), *phorphyrin cytochrome*, hati, limpa sumsum tulang (> 200-1500 mg). Ada dua bagian besi dalam tubuh, yaitu bagian fungsional yang dipakai untuk keperluan metabolik dan bagian yang merupakan cadangan. Hemoglobin, mioglobin, sitokrom, serta enzim heme dan nonheme adalah bentuk besi fungsional dan berjumlah antara 25-55 mg/kg berat badan. Sedangkan besi cadangan apabila dibutuhkan untuk

fungsi-fungsi fisiologis dan jumlahnya 5-25 mg/kg berat badan. Ferritin dan hemosiderin adalah bentuk besi cadangan yang biasanya terdapat dalam hati, limpa dan sumsum tulang. Metabolisme besi dalam tubuh terdiri dari proses absorpsi, pengangkutan, pemanfaatan, penyimpanan dan pengeluaran (Zarianis, 2006).

2.2.5 Fungsi Hemoglobin

Hemoglobin pada eritrosit vertebrata melakukan dua fungsi pengangkutan penting yaitu pengangkutan O_2 dari organ respirasi ke jaringan perifer dan pengangkutan CO_2 dan berbagai proton dari jaringan perifer ke organ respirasi untuk selanjutnya diekskresi keluar (Murray et al, 2003).

Eritrosit dalam darah arteri sistemik mengangkut O_2 dari paru-paru ke jaringan dan kembali dalam darah vena dengan membawa CO_2 ke paru-paru. Pada saat molekul hemoglobin mengangkut dan melepas O_2 , masing-masing rantai globin dalam molekul hemoglobin bergerak pada satu sama lain. Kontak $\alpha_1\beta_1$ dan $\alpha_2\beta_2$ menstabilkan molekul tersebut. Rantai β bergeser pada kontak $\alpha_1\beta_2$ dan $\alpha_2\beta_1$ selama oksigenasi dan deoksigenasi. Pada waktu O_2 dilepaskan, rantai β ditarik terpisah, sehingga memungkinkan masuknya metabolit 2,3-difosfoglisarat (2,3-DPG) yang menyebabkan makin rendahnya afinitas molekul hemoglobin terhadap O_2 . Gerakan ini menyebabkan bentuk sigmoid pada kurva disosiasi O_2 hemoglobin. P_{50} (tekanan parsial O_2 yang

pada tekanan ini hemoglobin terisi separuh dengan O_2) darah normal adalah 22,6 mmHg. Dengan meningkatnya afinitas terhadap O_2 , kurva ini bergeser ke kiri (P_{50} turun) sedangkan dengan afinitas terhadap O_2 yang menurun, kurva bergeser ke kanan (P_{50} meningkat). Secara normal *in vivo*, pertukaran O_2 berjalan antara saturasi 95% (darah arteri) dengan tekanan O_2 arteri rata-rata sebesar 95 mmHg dan saturasi 70% (darah vena) dengan tekanan O_2 vena rata-rata sebesar 40 mmHg. Posisi kurva yang normal bergantung pada konsentrasi 2,3-DPG, ion H^+ dan CO_2 dalam eritrosit serta struktur molekul hemoglobin. Konsentrasi 2,3-DPG, ion H^+ atau CO_2 yang tinggi, dan adanya hemoglobin tertentu, misalnya hemoglobin sabit (*sickle hemoglobin*, Hb S), menggeser kurva ke kanan (oksigen lebih mudah dilepas), sedangkan hemoglobin fetus (Hb F) yang tidak mampu mengikat 2,3-DPG dan hemoglobin abnormal langka tertentu yang disertai polisitemia menggeser kurva ke kiri karena lebih sulit untuk melepas O_2 dibanding normal (Hoffbrand et al, 2005).

2.2.6 Sintesis Hemoglobin

Suksinat (sebagai suksinil Ko-A) dan glisin mula-mula bergabung di dalam organ hemopetik membentuk asam α -amino β -ketoasid dan kemudian asam δ -amino levulinat (ALA= δ -amino laevulinic acid) dihasilkan di bawah pengaruh ALA sintase yang merupakan enzim pengatur kecepatan bagi seluruh sintesa hemoglobin. Dua molekul ALA berkondensasi menjadi satu

molekul porfobilinogen, monopirol pengganti, dan empat molekul porfobilinogen berkondensasi (menggunakan uroporfirinogen I sintase dan uroporfirinogen III kosintase) untuk membentuk komponen isomer terapirol (porfirin) siklik, uroporfirinogen seri I dan III. Uroporfirinogen I merupakan prekursor porfirin lain, tetapi tak berperan lebih lanjut dalam sintesa hem. Uroporfirinogen III merupakan prekursor seri porfirin III dan dikonversi menjadi koproporfirinogen III serta kemudian melalui protoporfirinogen menjadi protoporfirinogen IX yang menohelasi besi (II) (ion fero) untuk membentuk hem. Hem menghambat ALA sintase dan ia membentuk kontrol umpan balik atas sintesa porfirin serta hemoglobin. Tiap molekul hem bergabung dengan satu molekul globin dan semua molekul hemoglobin mengandung 4 pasang hem + globin dengan berat molekul total sekitar 68.000. Beberapa jenis rantai polipeptida globin bisa mengambil bagian di dalam molekul hemoglobin: hemoglobin dewasa normal, HbA, mempunyai dua rantai α globin dan dua rantai β globin. Eritrosit juga mengandung sejumlah kecil protoporfirin bebas (Baron, 1995).

2.2.7 Katabolisme Hemoglobin

Menurut Bakta (2006), hemolisis yang terjadi pada eritrosit akan mengakibatkan terurainya komponen-komponen hemoglobin menjadi berikut:

1. komponen-komponen protein yaitu globin yang akan dikembalikan ke *pool* protein dan dapat dipakai kembali.
2. komponen heme akan pecah menjadi dua, yaitu:

- a. besi yang akan dikembalikan ke *pool* besi dan dipakai ulang.
- b. bilirubin: yang akan diekskresikan melalui hati dan empedu.

Di dalam sistem retikuloendotelial, eritrosit dirusak dan dilepaskan hemoglobin. Beberapa hem dilepaskan ke dalam sumsum tulang selama maturasi eritroblas atau dari sel-sel yang mati pada eritropoesis yang tak efektif. Globin terpisah dari hem dan terbentuk hematin, dalam nama besi hem dioksidasi menjadi besi (III) (feri). Kemudian cincin porfirin terbuka dan besi dilepaskan, disertai pembentukan komponen biliverdin berantai lurus. Ia dikonversi ke bilirubin dengan reduksi. Jalur minor mula-mula membuka cincin untuk membentuk koleglobin dan kemudian melepaskan besi dan globin untuk menghasilkan biliverdin globin dan kemudian biliverdin. Besi dan asam-asam amino globin ditahan, kemudian cincin pirol diekskresikan sebagai bilirubin (Baron, 1995).

2.2.8 Derivat Hemoglobin

Menurut Bakta (1995) dan Murray et al (2003), terdapat beberapa derivat hemoglobin:

1. Oksihemoglobin. Hemoglobin tanpa oksigen (hemoglobin tereduksi) adalah ungu muda; hemoglobin teroksigenasi penuh, dengan tiap pasangan hem + globin membawa 2 atom oksigen, berwarna kuning merah: 1 gram hemoglobin membawa 1,34 mL oksigen.

2. Karboksihemoglobin. Karbon monoksida yang terikat ke hemoglobin 200 kali lebih besar daripada oksigen. Sehingga adanya karbon monoksida (dari pembakaran batu bara atau parafin atau karena banyak menghisap rokok) maka lebih mungkin terbentuk karboksihemoglobin (hem-CO-globin: HBCO).
3. Methemoglobin merupakan hematin-globin yang mengandung Fe(III)OH. Methemoglobin tidak dapat mengangkut oksigen untuk pernapasan. Methemoglobinemia bisa disebabkan oleh sejumlah obat-obatan, terutama fenasetin atau sulfonamida; oleh nitrit yang dihasilkan oleh usus dari nitrat yang berlebihan, yang digunakan sebagai pengawet makanan atau di dalam sumur yang terkena polusi; oleh anilin dan komponen yang berhubungan dengan absorpsi melalui kulit
4. Sulphemoglobin. Struktur yang tak tetap, yang berhubungan dengan methemoglobin juga tak dapat mengangkut oksigen pernapasan. Sulphemoglobinemia ditimbulkan oleh obat-obatan serupa seperti yang menyebabkan methemoglobinemia, bila ada hidrogen sulfida *in vivo* (usus) yang melengkapi reaksi kimia.
5. Hemoglobin terglisosilasi (HbA_{1c}). Hemoglobin akan mengalami glikosilasi nonenzimatik ketika glukosa darah masuk ke dalam eritrosit dan gugus hidroksil anomeriknya mengubah gugus amino yang terdapat pada residu lisis pada ujung terminal amino menjadi derivatnya. HbA_{1c} dapat dipisahkan dari HbA dengan kromatografi pertukaran ion atau dengan elektroforesis. Fraksi hemoglobin yang terglisosilasi, yang normalnya sekitar 5%, sebanding dengan konsentrasi gula darah. Dengan

demikian informasi mengenai HbA_{1c} berguna bagi penderita diabetes melitus. Karena mean waktu paruh eritrosit adalah 60 hari, kadar HbA_{1c} mencerminkan konsentrasi gula darah rata-rata selama 6-8 minggu sebelumnya.

6. Mioglobin. Hemoglobin yang disederhanakan ini terdiri dari satu hem + globin yang mengandung satu atom Fe dengan berat molekul sekitar 17.000. Mioglobin terdapat di dalam otot rangka dan oto jantung, dimana mioglobin dapat bekerja sebagai reservoir oksigen yang sedikit, dan dilepaskan setelah *crush injury* atau iskemia.
7. Haptoglobin . Struktur ini merupakan α_2 -globulin yang spesifik mengikat hemoglobin pada globin. Fungsi haptoglobin adalah untuk mengkonversi besi setelah hemolisa intravaskular, ia mengikat hemoglobin sampai sekitar 1,25g/L
8. Hemopeksin. Struktur ini merupakan β_1 -glikoprotein yang terikat dengan sisa hemoglobin.
9. Methemalbumin. Komponen ini merupakan hematin + albumin, berwarna coklat, dan adanya dalam plasma selalu abnormal. Penyebab methemalbuminemia adalah perdarahan ke cavitas abdominalis atau pankreatitis hemoragika akut; pencernaan oleh pankreas mengkonversi hemoglobin menjadi hematin, yang diabsorpsi dan diikat ke albumin plasma.

2.2.9 Metode Pemeriksaan Kadar Hemoglobin

Diantara metode yang paling sering digunakan di laboratorium dan yang paling sederhana adalah metode sahli, dan yang lebih canggih adalah metode cyanmethemoglobin. Pada metode ini hemoglobin dioksidasi oleh kalium ferrosianida menjadi methemoglobin yang kemudian bereaksi dengan ion sianida membentuk sian-methemoglobin yang berwarna merah. Intensitas warna dibaca dengan fotometer dan dibandingkan dengan standar. Karena yang membandingkan alat elektronik, maka hasilnya lebih objektif. Namun, fotometer saat ini masih cukup mahal, sehingga belum semua laboratorium memilikinya (Supariasa dkk, 2002).

a. Prosedur pemeriksaan dengan metode sahli

Pada metode Sahli, hemoglobin dihidrolisis dengan HCl menjadi globin ferroheme. Ferroheme oleh oksigen yang ada di udara dioksidasi menjadi ferriheme yang akan segera bereaksi dengan ion Cl membentuk ferrihemechlorid yang juga disebut hematin atau hemin yang berwarna coklat. Warna yang terbentuk ini dibandingkan dengan warna standar. Untuk memudahkan perbandingan, warna standar dibuat konstan, yang diubah adalah warna hemin yang terbentuk. Perubahan warna hemin dibuat dengan cara pengenceran sedemikian rupa sehingga warnanya sama dengan warna standar. Karena yang membandingkan adalah dengan mata, maka subjektivitas sangat berpengaruh. Di samping faktor mata, faktor lain, misalnya ketajaman, penyinaran dan sebagainya dapat mempengaruhi hasil pembacaan. Meskipun

demikian untuk pemeriksaan di daerah yang belum mempunyai peralatan canggih atau pemeriksaan di lapangan, metode sahli ini masih memadai dan bila pemeriksaannya telah terlatih hasilnya dapat diandalkan (Gandasoebrata, 2007).

Cara Sahli ini bukanlah cara yang teliti. Kelemahan metode berdasarkan kenyataan bahwa kolorimetri visual tidak teliti, bahwa hematin asam itu bukan merupakan larutan sejati dan bahwa alat itu tidak dapat distandarkan. Cara ini juga kurang baik karena tidak semua macam hemoglobin diubah menjadi hematin asam, umpamanya karboxyhemoglobin, methemoglobin dan sulfhemoglobin. Kesalahan yang biasanya dicapai oleh $\pm 10\%$ kadar hemoglobin yang ditentukan dengan cara Sahli. Hemoglobinometer yang berdasarkan penetapan hematin asam menurut Sahli dibuat oleh banyak pabrik. Perhatikanlah bahwa bagian-bagian alat yang berasal dari pabrik yang berlainan biasanya tidak dapat saling dipertukarkan, tabung pengencer berlainan diameter, warna standard berlainan intensitasnya. Selain cara sahli ada pula cara-cara lain yang berdasarkan kolorimetri dengan hematin asam. Di Indonesia cara sahli masih banyak digunakan dilaboratorium-laboratorium kecil yang tidak mempunyai fotokolorimeter. Yang banyak dipakai di laboratorium klinik ialah cara-cara fotoelektrik dan kolorimetrik visual (Gandasoebrata, 2007).

b. Prosedur pemeriksaan dengan metode sianmethemoglobin

Hemoglobin darah diubah menjadi sianmethemoglobin (hemoglobin sianida) dalam larutan yang berisi kalium sianida. Absorbansi larutan diukur pada gelombang 540 nm atau filter hijau. Larutan Drabkin yang dipakai pada cara ini mengubah hemoglobin, oksihemoglobin, methemoglobin dan karboksihemoglobin menjadi sianmethemoglobin. Sulfhemoglobin tidak berubah dan karena itu tidak ikut diukur (Gandasoebrata, 2007).

Prosedur kerja :

1. Ke dalam tabung kolorimeter dimasukkan 5,0 ml larutan Drabkin
2. Dengan pipet hemoglobin diambil 20 μ l darah (kapiler, EDTA atau oxalat), sebelah luar ujung pipet dibersihkan, lalu darah itu dimasukkan ke dalam tabung kolorimeter dengan membilasnya beberapa kali.
3. Campurlah isi tabung dengan membalikkannya beberapa kali. Tindakan ini juga akan menyelenggarakan perubahan hemoglobin menjadi sianmethemoglobin.
4. Bacalah dalam spektrofotometer pada gelombang 540 nm; sebagai blanko digunakan larutan Drabkin.
5. Kadar hemoglobin ditentukan dari perbandingan absorbansinya dengan absorbansi standard sianmethemoglobin atau dibaca dari kurve tera.

Perhitungan :

1. Kadar Hb = absorbs x 36,8 gr/dl/100 ml
2. Kadar Hb = absorbs x 22,8 mmol/l

Catatan

Cara ini sangat bagus untuk laboratorium rutin dan sangat dianjurkan untuk penerapan kadar hemoglobin dengan teliti karena standar cyanmethemoglobin yang ditanggung kadarnya bersifat stabil dan dapat dibeli. Kesalahan cara ini dapat mencapai $\pm 2\%$. Larutan Drabkin: natrium bikarbonat 1 g, kalium sianida 50 mg, kalium ferrisianida 200 mg, aquadest ad 1000 ml. Adakalanya ditambahkan sedikit detergen kepada larutan Drabkin ini supaya perubahan menjadi sianmethemoglobin berlangsung lebih sempurna dalam waktu singkat. Simpan reagen ini dalam botol coklat dan perbaruilah tiap bulan. Meskipun larutan Drabkin berisi sianida, tetapi ia tidak dianggap racun dalam pengertian sehari-hari karena jumlah sianida itu sangat kecil. Kekeruhan dalam suatu sampel darah mengganggu pembacaan dalam fotokolorimeter dan menghasilkan absorbansi dan kadar hemoglobin yang lebih tinggi dari sebenarnya. Kekeruhan semacam ini dapat disebabkan antara lain oleh leukositosis, lipidemia dan adanya globulin abnormal seperti pada macroglobulinemia. Laporan hasil pemeriksaan kadar hemoglobin dengan memakai cara cyanmethemoglobin dan spektrofotometer hanya boleh menyebut satu angka (digit) di belakang tanda desimal, melaporkan dua digit sesudah angka desimal melampaui ketelitian dan ketepatan yang dapat dicapai dengan metode ini. Variasi-variasi fisiologis juga menyebabkan digit kedua di belakang tanda desimal menjadi tanpa makna.

c. Prosedur pemeriksaan dengan metode Talquist

Mempunyai kesalahan yang paling besar dibandingkan cara pemeriksaan yang lain dan paling mudah dilakukan.

2.3 Prestasi Belajar

2.3.1 Pengertian Prestasi Belajar

Sebelum memahami pengertian prestasi belajar secara garis besar, harus bertitik tolak terlebih dahulu tentang pengertian belajar itu sendiri. Belajar adalah suatu usaha untuk membawa perubahan (*behavioral changes*) berupa kecakapan baru (Suryabrata, 2011). Ciri-ciri perubahan tingkah laku dalam belajar adalah perubahan terjadi secara sadar, bersifat kontinu dan fungsional, bersifat positif dan aktif, bukan bersifat sementara, bertujuan atau terarah dan mencakup seluruh aspek tingkah laku (Slameto, 2010).

Terdapat tiga ciri yang tampak dari orang yang mempelajari suatu objek (pengetahuan, sikap atau ketrampilan) yaitu adanya objek yang menjadi tujuan untuk dikuasai, terjadinya proses berupa interaksi antara seseorang dan lingkungannya atau sumber belajar, baik melalui pengalaman langsung atau belajar berpartisipasi dengan berbuat sesuatu maupun pengalaman pengganti, terjadinya perubahan perilaku baru sebagai akibat mempelajari suatu objek tertentu. Hasil belajar merupakan perubahan dalam kapabilitas (kemampuan) tertentu sebagai akibat belajar (Uno, 2012).

Evaluasi dilaksanakan untuk meneliti hasil dan proses belajar siswa untuk mengetahui kesulitan-kesulitan yang melekat pada proses belajar itu (Slameto, 2010). Hasil dari proses belajar dapat disebut prestasi belajar. Prestasi belajar adalah hasil dari tahapan perubahan seluruh tingkah laku individu yang relatif menetap sebagai hasil pengalaman dan interaksi dengan lingkungan yang melibatkan proses kognitif. Prestasi belajar siswa dapat diukur melalui ulangan, ujian, maupun tes (Syah, 2010).

Berdasarkan pengertian di atas dapat ditarik kesimpulan, prestasi belajar merupakan tingkat keberhasilan dalam proses pembelajaran setelah melalui tahap tes yang dinyatakan dalam bentuk nilai berupa angka. Prestasi belajar dapat diketahui setelah melakukan evaluasi dan evaluasi dapat memperlihatkan tentang tinggi atau rendahnya prestasi belajar.

2.3.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Prestasi Belajar

Menurut Syah (2010), secara global faktor-faktor yang mempengaruhi prestasi belajar dapat kita bedakan menjadi tiga macam, yakni:

1. Faktor Internal Siswa

A. Aspek Fisiologis

Kondisi umum jasmani dan tonus (tegangan otot) yang menandai tingkat kebugaran organ-organ tubuh dan sendi-sendinya, dapat mempengaruhi semangat dan intensitas siswa dalam mengikuti pelajaran. Untuk

mempertahankan tonus jasmani agar tetap bugar, siswa sangat dianjurkan mengkonsumsi makanan dan minuman bergizi. Kondisi organ-organ khusus siswa, seperti tingkat kesehatan indra pendengar dan indra penglihatan, juga sangat mempengaruhi kemampuan siswa dalam menyerap informasi dan pengetahuan (Syah, 2010). Faktor kelelahan juga mempengaruhi belajar. Agar seseorang dapat belajar dengan baik haruslah menghindari jangan sampai terjadi kelelahan dengan cara selalu mengindahkan ketentuan-ketentuan tentang bekerja, variasi belajar, istirahat, tidur, makan, olahraga, rekreasi dan ibadah teratur (Slameto, 2010).

B. Aspek Psikologis

1) Inteligensi

Inteligensi pada umumnya dapat diartikan sebagai kemampuan psikologis untuk mereaksi rangsangan atau menyesuaikan diri dengan lingkungan dengan cara yang tepat. Inteligensi sebenarnya bukan persoalan kualitas otak saja, melainkan juga kualitas organ-organ tubuh lainnya (Syah, 2010).

Inteligensi besar pengaruhnya terhadap kemajuan belajar. Dalam situasi yang sama, siswa yang mempunyai tingkat inteligensi yang tinggi akan lebih berhasil daripada yang mempunyai tingkat inteligensi rendah. Walaupun siswa yang mempunyai tingkat inteligensi yang tinggi belum pasti berhasil dalam belajarnya. Hal ini disebabkan karena belajar adalah proses yang kompleks dengan banyak faktor yang mempengaruhinya, sedangkan inteligensi adalah salah satu faktor di antara faktor yang lain. Jika faktor lain

bersifat menghambat atau berpengaruh negatif terhadap belajar, akhirnya siswa gagal dalam belajarnya (Slameto, 2010)

2) Sikap

Sikap adalah gejala internal yang berdimensi afektif kecenderungan untuk mereaksi atau merespon dengan cara yang relatif tetap terhadap objek barang, orang dan sebagainya baik secara positif maupun negatif. Sikap siswa yang positif terutama terhadap guru dan mata pelajaran merupakan pertanda awal yang baik bagi proses belajar siswa tersebut (Syah, 2010).

3) Bakat

Bakat adalah kemampuan potensial yang dimiliki seseorang untuk mencapai keberhasilan pada masa yang akan datang. Bakat mempengaruhi tinggi rendahnya prestasi belajar di bidang-bidang studi tertentu (Syah, 2010). Jika pelajaran yang dipelajari sesuai bakat siswa, maka hasil belajarnya akan lebih baik karena ia senang (Slameto, 2010)

4) Minat

Minat adalah kecenderungan dan kegairahan yang tinggi atau keinginan yang besar terhadap sesuatu (Syah, 2010). Bila pelajaran yang dipelajari tidak sesuai dengan minat siswa, siswa tidak akan belajar sebaik-baiknya, karena tidak ada daya tarik baginya (Slameto, 2010).

5) Motivasi

Motivasi adalah keadaan internal yang mendorong untuk melakukan sesuatu. Motivasi dibedakan menjadi 2 macam, yaitu motivasi intrinsik dan ekstrinsik. Motivasi intrinsik berasal dari dalam diri siswa sendiri seperti perasaan menyenangkan dan kebutuhan terhadap pelajaran tersebut. Motivasi ekstrinsik berasal dari luar individu siswa yang mendorong melakukan tindakan belajar seperti pujian, hadiah, dan peraturan (Syah, 2010)

6) Perhatian

Perhatian adalah keaktifan jiwa yang tertuju kepada suatu objek. Untuk dapat menjamin hasil belajar yang baik, maka siswa harus mempunyai perhatian terhadap bahan yang dipelajarinya, jika bahan pelajaran tidak mendapat perhatian siswa, maka timbul kebosanan dan tidak mau belajar (Slameto, 2010).

7) Kematangan

Kematangan adalah suatu tingkat/fase dalam pertumbuhan seseorang dimana alat-alat tubuhnya sudah siap untuk melakukan kecakapan baru (Slameto 2010)

8) Kesiapan

Kesiapan adalah kesediaan untuk memberi respon atau bereaksi. Jika siswa belajar dan padanya sudah ada kesiapan, maka hasil belajarnya akan lebih baik (Slameto, 2010).

2. Faktor Eksternal Siswa

A. Lingkungan Sosial

Lingkungan sosial siswa meliputi orangtua, keluarga, para guru, para tenaga kependidikan, teman-teman sekelas, masyarakat, tetangga dan teman-teman sepermainan (Syah, 2010). Faktor keluarga meliputi cara orangtua mendidik, relasi antar anggota keluarga, keadaan ekonomi keluarga, pengertian keluarga, dan latar belakang kebudayaan. Faktor sekolah meliputi metode mengajar, kurikulum, relasi guru dengan siswa, relasi siswa dengan siswa, disiplin sekolah standar pelajaran, metode belajar, dan tugas rumah. Faktor masyarakat meliputi kegiatan siswa dalam masyarakat, media massa, teman bergaul dan bentuk kehidupan masyarakat (Slameto, 2010).

B. Lingkungan Nonsosial

Faktor-faktor yang termasuk lingkungan nonsosial ialah gedung sekolah dan letaknya, rumah tempat tinggal keluarga siswa dan letaknya, alat-alat belajar, keadaan cuaca dan waktu belajar yang digunakan siswa (Syah, 2010).

3. Faktor Pendekatan Belajar

Pendekatan belajar adalah keefektifan segala cara atau strategi yang digunakan siswa dalam menunjang efektivitas dan efisiensi proses belajar materi tertentu (Syah, 2010).

Pendekatan belajar dibagi menjadi 3, yaitu:

A. Pendekatan Tinggi

- 1) *Speculating*, pendekatan belajar berdasarkan pemikiran mendalam.
- 2) *Achieving*, pendekatan belajar yang dilandasi motif ekstrinsik yaitu ambisi pribadi yang besar dalam meningkatkan prestasi keakuan dirinya (Syah, 2010).

B. Pendekatan Sedang

- 1) *Analytical*, pendekatan belajar berdasarkan pemilahan dan interpretasi fakta dan informasi.
- 2) *Deep*, pendekatan belajar dengan mempelajari materi karena memang dia tertarik dan merasa membutuhkannya (intrinsik) (Syah, 2010).

C. Pendekatan Rendah

- 1) *Reproductive*, pendekatan belajar bersifat menghasilkan kembali fakta dan informasi
- 2) *Surface*, pendekatan belajar yang santai, mau belajar karena dorongan dari luar antara lain takut tidak lulus yang mengakibatkan dia malu (Syah, 2010).

2.4 Hubungan Indeks Massa Tubuh dan Kadar Hemoglobin terhadap Prestasi Belajar

Prestasi belajar adalah hasil dari tahapan perubahan seluruh tingkah laku individu yang relatif menetap sebagai hasil pengalaman dan interaksi dengan

lingkungan yang melibatkan proses kognitif. Prestasi belajar siswa dapat diukur melalui ulangan, ujian, maupun tes (Syah, 2010).

Prestasi belajar dipengaruhi oleh faktor internal, faktor eksternal, dan faktor pendekatan belajar. Faktor internal terdiri dari aspek fisiologis dan psikologis. Faktor eksternal terdiri dari lingkungan sosial dan non sosial. Faktor pendekatan belajar terdiri dari pendekatan tinggi, sedang, dan rendah (Syah, 2010).

Faktor fisiologis yang mempengaruhi prestasi belajar antara lain asupan makanan, kadar hemoglobin, kondisi umum jasmani, status gizi dan tonus otot. Pengaruh makanan terhadap perkembangan otak, apabila makanan tidak cukup mengandung zat-zat gizi yang dibutuhkan, dan keadaan ini berlangsung lama, akan menyebabkan perubahan metabolisme dalam otak, berakibat terjadi ketidakmampuan berfungsi normal. Pada keadaan gizi, yang lebih berat dan kronis, kekurangan gizi menyebabkan pertumbuhan badan terganggu, badan lebih kecil diikuti dengan ukuran otak yang juga kecil. Jumlah sel dalam otak berkurang dan terjadi ketidakmatangan dan ketidaksempurnaan organisasi biokimia dalam otak. Keadaan ini berpengaruh terhadap perkembangan kecerdasan anak (Pamularsih, 2009). Anak malnutrisi memiliki rata-rata nilai IQ 22,6 poin lebih rendah dibandingkan anak berstatus gizi baik. Malnutrisi pada anak akan mengganggu sistem informasi di dalam otak. (Puspitasari dkk, 2011).

Banyak penelitian memperlihatkan adanya keterkaitan antara anemia defisiensi zat besi pada anak-anak dengan perkembangan motorik dan kognitif yang buruk serta masalah perilaku. Kadar hemoglobin yang rendah tentunya juga akan berpengaruh terhadap kemampuan berpikir karena kadar hemoglobin yang rendah akan menyebabkan transport oksigen ke otak menjadi berkurang. Kemampuan berpikir yang rendah ini akan mempengaruhi kemampuan kognitif dan prestasi belajar. Beberapa hasil penelitian pada anak yang menderita anemia defisiensi besi mengalami penurunan kemampuan intelektual, seperti kemampuan verbal, kemampuan mengingat, berkonsentrasi berpikir analog, dan sistematis serta prestasi belajar (Kartini dkk, 2000).