

PENILAIAN STATUS GIZI



Penyusun:

Fitria, S.K.M., M.K.M

0302068804

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA

FAKULTAS ILMU-ILMU KESEHATAN

PROGRAM STUDI ILMU GIZI

2023

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji serta syukur kehadiran Allah SWT, Tuhan Pencipta Alam Semesta yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga penulisan modul Penilaian Status Gizi ini dapat diselesaikan.

Modul Penilaian Status Gizi ini disusun untuk mahasiswa sarjana (S1) Program Studi Gizi Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka. Dalam modul ini disampaikan materi tentang konsep, prinsip, dan prosedur metode penilaian status gizi (antropometri, biokimia, klinis) pada tingkat individu, rumah tangga dan masyarakat. Materi diberikan secara bertahap sesuai dengan Rencana Pembelajaran Semester (RPS).

Penulis menyampaikan terimakasih seluruh jajaran pimpinan Universitas Muhammadiyah Prof. DR. Hamka (UHAMKA), khususnya Fakultas Ilmu-ilmu Kesehatan, yang memungkinkan Penulis untuk berkomitmen menyelesaikan modul ini. Penulis juga menyampaikan terimakasih kepada seluruh mahasiswa Program Studi Ilmu Gizi UHAMKA sebagai motivasi penulis untuk dapat memaksimalkan proses pembelajaran yang dilakukan di kelas baik dalam teori maupun praktik.

Menyadari adanya kekurangan dalam penulisan serta penyusunan modul ini, penulis mengharapkan kritik dan saran untuk perbaikan modul ini. Semoga modul ini bermanfaat bagi semua pihak yang menggunakan.

Jakarta, 10 September 2023

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DESKRIPSI MATA KULIAH	iv
PERTEMUAN 1 SISTEM DAN METODE PENILAIAN STATUS GIZI	1
PERTEMUAN 2 KONSEP PENGUKURAN ANTROPOMETRI	11
PERTEMUAN 3 STANDARISASI PENGUKURAN ANTROPOMETRI	16
PERTEMUAN 4 PROSEDUR PENGUKURAN ANTROPOMETRI	23
PERTEMUAN 5 PROSEDUR PENGUKURAN ANTROPOMETRI (LANJUTAN).....	39
PERTEMUAN 6 PENENTUAN STATUS GIZI BAYI DAN BALITA	47
PERTEMUAN 7 PENENTUAN STATUS GIZI PADA REMAJA, DEWASA, LANSIA, DAN KONDISI KHUSUS LAINNYA	57
PERTEMUAN 8 PENGUKURAN BIOKIMIA	62
PERTEMUAN 9 PENGUKURAN BIOKIMIA ZAT GIZI MAKRO	65
PERTEMUAN 10 PENGUKURAN BIOKIMIA VITAMIN	70
PERTEMUAN 11 PENGUKURAN BIOKIMIA MINERAL	85
PERTEMUAN 12 PEMERIKSAAN KLINIS	97
PERTEMUAN 13 PEMERIKSAAN KLINIS (KVA DAN ANEMIA)	103
PERTEMUAN 14 PEMERIKSAAN KLINIS GAKI DAN KEP	111
DAFTAR PUSTAKA	116

Deskripsi Mata Kuliah

Mata kuliah ini membahas sistem dan metode penilaian status gizi, konsep-konsep penting dalam penilaian status gizi, berbagai metode pengukuran antropometri dan prosedur pengukurannya, berbagai metode pengukuran biokimia dan prosedur pengukurannya (Zat Gizi Makro dan Zat Gizi Mikro), berbagai metode pemeriksaan klinis dan prosedur pengukurannya, reliabilitas dan validitas, prosedur standarisasi pengukuran, indikator penentuan status gizi anak, dan klasifikasi status gizi berdasarkan WHO *Growth Chart* dan Permenkes RI.

PERTEMUAN 1

SISTEM DAN METODE PENILAIAN STATUS GIZI

Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu	Capaian Pembelajaran
<ul style="list-style-type: none"> • Ceramah interaktif • Diskusi • <i>Question based learning</i> 	150 menit	<ul style="list-style-type: none"> • Penjelasan RPS, RTM, dan kontrak perkuliahan • Mahasiswa mampu menjelaskan sistem, konsep dan metode penilaian status gizi serta pertimbangan pemilihannya

1.1 Definisi Status Gizi

Menurut *Oxford, Food & Nutrition Dictionary* (2009) status gizi merupakan suatu kondisi tubuh yg berkaitan dan dipengaruhi oleh zat gizi. Kadar zat gizi di dalam tubuh dan kemampuan zat gizi pada kadar tersebut untuk memelihara integritas metabolik secara normal. Sementara itu, menurut Jelliffe & Jelliffe (1989) status gizi merupakan keadaan tubuh sebagai hasil dari suatu proses makan, mencerna, absorpsi, transportasi, penyimpanan dan efek metabolik pada tingkat sel.

1.2 Definisi Penilaian Status Gizi (PSG)

Nutritional assessment can be defined as "The interpretation of information obtained from dietary, biochemical, anthropometric and clinical studies" (Gibson, 1990). Tujuan PSG untuk menentukan status gizi baik individu maupun penduduk tertentu yang dipengaruhi oleh asupan dan penggunaan (utilitas) zat gizi.

1.3 Jenis-jenis Sistem PSG

a. *Nutrition Surveys*

Nutrition surveys biasanya merupakan survei *cross-sectional* pada kelompok populasi terpilih. Tujuan *nutrition surveys* yaitu untuk menyusun data gizi *baseline* atau mengetahui status gizi secara keseluruhan populasi. Selain itu, untuk mengidentifikasi dan mendeskripsikan subkelompok "at risk" pada masalah gizi kronis. Survei ini juga dapat digunakan untuk mengevaluasi intervensi gizi dengan pengumpulan *baseline data* sebelum dan pada akhir intervensi. Contoh *nutrition surveys* adalah NCHS (United States), Riskesdas (Indonesia).



b. *Nutrition Surveillance*

Nutrition Surveillance merupakan monitoring status gizi kelompok populasi yang terpilih secara berkelanjutan. Data dikumpulkan, dianalisis dan digunakan pada jangka waktu tertentu (time period). Contoh *nutrition surveillance* adalah *NHANES* (*National Health dan Nutrition Examination Survey*).

Tujuan *nutrition surveillance* yaitu:

1. Mengidentifikasi penyebab masalah gizi kronis dan akut
2. Menyusun dan memulai intervensi
3. Monitoring pengaruh kebijakan gizi
4. Evaluasi efikasi dan efektivitas

c. *Nutrition Screening*

Nutrition screening merupakan identifikasi masalah gizi pada individu. Perbandingan pengukuran pada individual dengan "cutoff" point, yang dapat diaplikasikan secara cepat pada skala besar. Contoh *nutrition screening* di US, *screening* digunakan untuk mengidentifikasi individu yang memperoleh manfaat dari *Food Stamp Program* dan *Women Infants and Children Special Supplemental Food Program*.

d. *Nutrition Interventions*

Nutrition interventions dilakukan pada subgrup populasi (*at risk*). Tipe intervensi gizi antara lain suplementasi, fortifikasi, dan pendekatan pangan lainnya.

e. *Assessment Systems in The Clinical Setting*

Assessment Systems in The Clinical Setting dilakukan pada pasien rumah sakit untuk mengidentifikasi pasien yang membutuhkan manajemen gizi. Penilaian ini digunakan untuk mengklarifikasi dan mengembangkan diagnosis.

1.4. Metode Penilaian Status Gizi

Metode PSG terbagi menjadi dua yaitu langsung dan tidak langsung. PSG langsung terdiri dari antropometri, biokimia, biofisik, dan klinis. PSG tidak langsung meliputi survey konsumsi, faktor ekologi, dan statistik vital.

Tabel 2.1 Tahapan Defisiensi Gizi dan Metode Penilaiannya

TAHAP DEPLESI	METODE YANG DIGUNAKAN
1. Ketidakcukupan konsumsi pangan	Survei Konsumsi pangan
2. Penurunan cadangan gizi dalam jaringan tubuh	Biokimia
3. Penurunan kadar zat gizi pada cairan tubuh	Biokimia
4. Penurunan taraf fungsional dalam jaringan tubuh	Antropometri/Biokimia
5. Penurunan aktivitas enzim	Biokimia
6. Perubahan fungsional	Perilaku/fisiologi
7. Gejala-gejala klinis	Klinis
8. Tanda-tanda anatomi	Klinis

1.4.1 PSG langsung

1. Pengukuran Antropometri

Pengukuran antropometri berhubungan dengan ukuran tubuh manusia (dimensi dan komposisi tubuh). Pengukuran antropometri bertujuan untuk mengetahui adanya ketidakseimbangan asupan protein dan energi yang dapat terlihat dari pola pertumbuhan fisik dan proporsi jaringan tubuh seperti lemak, otot, jumlah air dalam tubuh.

Pengukuran	Komponen	Jaringan yang diukur
Tinggi Badan	Kepala, tulang belakang, tulang panggul, kaki	Tulang
Berat Badan	Seluruh badan	Seluruh jaringan
Lingkar Lengan	Lemak bawah kulit, otot, tulang	Otot, lemak
Lipatan Lemak	Lemak bawah kulit, kulit	Lemak

Kelebihan antropometri antara lain:

- a. Murah
- b. Cepat (populasi besar)
- c. Objektif
- d. Gradable (dirangking)
- e. Tidak menimbulkan sakit pada responden

Kekurangan antropometri antara lain:

- a. Butuh referensi data
- b. Kesalahan pada peralatan (tidak dikalibrasi) dan pengukur (cara mengukur, pembacaan, pencatatan)
- c. Data terbatas (pertumbuhan, obesitas, malnutrisi → semua karena zat gizi makro, tidak ada informasi defisiensi zat gizi mikro)

2. Pemeriksaan Biokimia

Pemeriksaan biokimia memberikan hasil yang tepat & objektif dibandingkan metode lain. Spesimen yang akan diuji antara lain darah, urin, tinja, jaringan tubuh (hati, otot, tulang, rambut, kuku, lemak bawah kulit). Pemeriksaan biokimia dapat menilai aspek yang berkaitan dengan kecukupan gizi, mengestimasi cadangan zat gizi tubuh (kadar feritin menggambarkan cadangan zat besi pada hati), mengetahui penurunan fungsi jaringan (penurunan albumin oleh hati pada KEP berat).

Kelebihan pemeriksaan biokimia yaitu:

- a. Objektif : menggunakan peralatan yang selalu ditera dan tenaga ahli
- b. Gradable : dapat dirangking (ringan, sedang, berat) sehingga diketahui keparahan malnutrisi
- c. Deteksi defisiensi lebih dini sebelum tanda klinis atau perubahan antropometri muncul
- d. Dapat menunjang metode lain

Kekurangan pemeriksaan biokimia yaitu:

- a. Mahal: pembelian alat, bhn kimia, tenaga, sehingga kadang dilakukan tidak pd semua sampel (sub sampel)
- b. Keberadaan laboratorium: lokasi survei jauh
- c. Kesulitan yang berhubungan dengan spesimen saat pengumpulan
 - Jumlah: tempat penyimpanan, aspek budaya, pengawetan
 - dana,
 - transportasi → butuh kendaraan → dana
- d. Kurang praktis, kadang perlu alat yang sulit dibawa
- e. Dibutuhkan data referensi untuk menentukan hasil laboratorium

Idealnya agar dapat dilakukan di lapangan:

- Mudah dalam pengumpulan spesimen (mis: *finger prick blood*)
- Stabil dlm transportasi
- Teknik simpel → alat mudah dibawa
- Hasil tidak dipengaruhi diet saat ini

Contoh pemeriksaan biokimia:

- KEP (serum albumin)
- Vit A (Serum retinol)
- Vit D (Serum alkaline phosphatase)
- Vit C (Serum vitamin C)
- Fe (Hemoglobin, serum ferritin)

3. Pemeriksaan Biofisik

Pemeriksaan biofisik merupakan penentuan status gizi berdasarkan kemampuan fungsi jaringan (fisik, fisiologi, selular) dan perubahan struktur jaringan yang tidak dapat dilihat secara klinik.

A. Kemampuan fungsi jaringan meliputi:

a. Kemampuan kerja (work capacity, pengeluaran energi):

1. Kesanggupan melakukan aktivitas menggunakan otot
2. Faktor yang harus diperhatikan: jenis & durasi pekerjaan, motivasi, keterampilan, status kesehatan

b. Tes adaptasi gelap

1. Dilakukan pada daerah yang banyak kasus KVA atau kejadian rabun senja epidemik
2. *Night blindness game*, mengurutkan warna 5 menit

B. Perubahan jaringan meliputi

a. *Buccal smear cytology*

1. Memeriksa apusan/smear bagian dalam pipi yg telah diwarnai
2. Untuk mendeteksi KEP

b. Ocular impression cytology yaitu menempelkan kertas saring khusus pada mata (melihat sel epitel → KVA)

c. Hair root morphology: pada KEP (rambut mudah dicabut, melihat akar rambut di mikroskop → diameter normal atau kecil)

d. Radiographic examination: Osteomalacia, osteoporosis, riketsia

Kekurangan pemeriksaan biofisik:

- a. Mahal
- b. Perlu tenaga terlatih
- c. Jarang dilakukan di lapangan
- d. Bukan menunjukkan defisiensi dini, tapi lanjut (berat)

4. Pemeriksaan Klinis

Pemeriksaan klinis didasarkan pada perubahan-perubahan pada jaringan epitel (*superficial epithelial tissues*) seperti kulit, mata, rambut dan mukosa oral, atau organ yang dekat dengan permukaan tubuh seperti kelenjar tiroid. Pemeriksaan klinik digunakan untuk mengetahui status gizi seseorang dengan melakukan pemeriksaan fisik (tanda dan gejala) berdasarkan penglihatan, tanpa menyentuh subyek, murah, dan tidak perlu alat. Pemeriksaan klinik biasa digunakan pada survei klinis secara cepat (*rapid clinical surveys*) untuk mendeteksi secara cepat tanda-tanda klinis umum dari kekurangan salah satu atau lebih zat gizi. Pemeriksaan klinis dipengaruhi keparahan, durasi malnutrisi, genetik, umur, lingkungan (hygiene, iklim, keterpaparan dengan infeksi dan parasit) (Supariasa, dkk, 2022).

Kelebihan pemeriksaan klinis:

- a. Murah: tidak perlu alat, hanya penglihatan
- b. Cepat sehingga dapat dilakukan untuk populasi yang besar untuk survei cepat (rapid survey)
- c. Tidak perlu ahli dapat dilakukan oleh kader
- d. Tidak menimbulkan rasa sakit
- e. Jika ditemukan satu kasus mungkin merupakan fenomena gunung es

Kekurangan pemeriksaan klinis:

- a. Subjektif sehingga perlu standarisasi definisi dan pengalaman
- b. Perlu staf yang dilatih
 - Training (persamaan persepsi)
 - Bias observer seperti bosan (sampel terlalu banyak), mengubah kriteria tanpa sadar, kedalaman pemahaman dan pengalaman
- c. Kurang spesifik

Tanda klinis bisa sama meskipun penyebab berbeda seperti konjungtiva pucat dapat disebabkan oleh anemia gizi besi atau malaria sehingga perlu dukungan pemeriksaan lain (biokimia, antropometri)
- d. Muncul pada tingkat defisiensi berat

Beberapa contoh tanda klinis yang berhubungan dengan defisiensi zat gizi	
Tanda klinis	Kemungkinan def. gizi
Pucat pada konjunktiva mata	anemia (def Fe, as folat, vit B12)
Bitot spot	Kurang vit A
Angular stomatitis	Kurang riboflavin
Gusi berdarah	Kurang vit C
Pembesaran kelenjar gondok	Kurang yodium
Odeme	Kurang energi protein

1.4.2 PSG tidak langsung

1. Survei konsumsi makanan

Survei konsumsi makanan merupakan metode penilaian gizi secara tidak langsung dengan melihat jumlah dan jenis zat gizi yang dikonsumsi. Survei konsumsi makanan memberikan gambaran tentang konsumsi berbagai zat gizi pada masyarakat, keluarga, dan individu serta dapat mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan zat gizi (Supariasa, dkk, 2022).

2. Faktor Ekologi

Kasus salah gizi pada manusia selalu menjadi bagian dari masalah ekologi sebagai hasil interaksi beberapa faktor fisik, biologis, dan lingkungan budaya. Irisan/interaksi antara berbagai faktor:

- a. Sosial ekonomi (ekonomi dan pendidikan)
- b. Pangan (ketersediaan, akses, persiapan, konsumsi, penggunaan, dan kecukupan)
- c. Kesehatan (kontribusi infeksi, sanitasi lingkungan, pelayanan kesehatan)
- d. Demografi
- e. Politik (faktor budaya)
- f. Geografi dan iklim

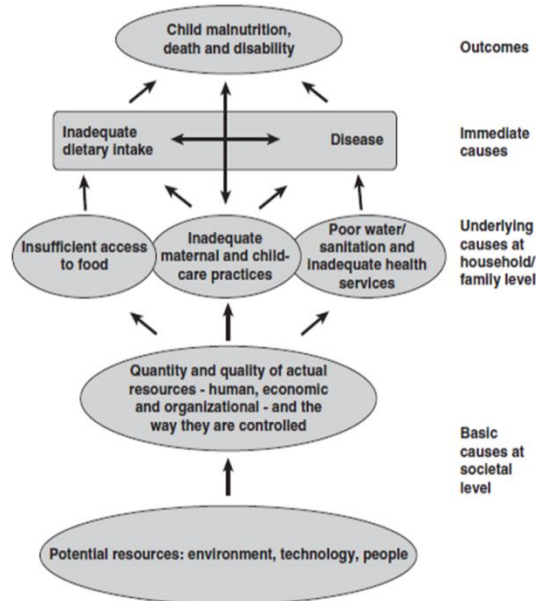


FIG. 68.2 United Nations Children's Fund (UNICEF) conceptual framework for the causes of malnutrition. Adapted from UNICEF (1991).

Tabel 1.2 Beberapa Faktor Ekologi Utama yang Mempengaruhi Status Gizi (Jelliffe & Jelliffe, 1989)

1. Pekerjaan	Primer, sekunder
2. Kekayaan <i>tangible</i>	Tanah, ternak, sepeda motor, emas
3. Pendapatan keluarga	Upah, gaji, honor, barter
4. Rumah	Luas, jenis lantai, dinding, atap, luas per individu
5. Dapur	Bahan bakar, jenis kompor, peralatan masak
6. Pengeluaran	Makanan, pakaian, pendidikan, listrik, transport
7. Pendidikan	Angka melek huruf, tingkat pendidikan
8. Penyimpanan makanan	Luas gudang, jenis makanan
9. Suplai air	Sumber, jarak, kualitas
10. MCK	Tipe & kondisi
11. Keluarga	Jumlah anggota keluarga, jarak antar anak
12. Demografi wilayah	Luas wilayah, jumlah penduduk, data musim

3. Statistik vital

Statistik vital merupakan analisis data statistik (data primer maupun sekunder) sehingga diperoleh trend masalah gizi. Terdapat 4 kategori data statistik yang dapat digunakan untuk PSG tidak langsung:

- 1) Angka kematian menurut umur
Beberapa jenis salah gizi berkaitan erat dengan insidens kematian pada kelompok umur tertentu sehingga angka kematian pada kelompok umur tertentu dapat dianggap sebagai indikator insiden kasus salah gizi.
- 2) Angka kematian menurut sebab spesifik
Informasi insiden kesakitan dan kematian akibat salah gizi dapat menggambarkan status gizi. Contoh: TBC akibat gizi buruk
- 3) Statistik pelayanan kesehatan
Kesediaan sarana pelayanan kesehatan (rumah sakit, puskesmas, posyandu) dapat menjadi indikator kasar kerentanan penduduk di suatu wilayah untuk mengalami kurang gizi.
- 4) Angka kesakitan/infeksi terkait gizi
Contoh: diare dengan kwasiorkor, TBC dengan kwasiorkor

1.5 Faktor-faktor yang dipertimbangkan dalam memilih & menggunakan metode PSG (Supariasa, dkk, 2022):

- a. Tujuan
 - ingin melihat status vitamin dan mineral dalam tubuh → metode biokimia
 - ingin melihat fisik seseorang → metode antropometri
- b. Unit sampel yang akan diukur: individu, rumah tangga/keluarga, dan kelompok rawan gizi
- c. Jenis informasi yang dibutuhkan
 - Informasi tentang asupan makanan → survey konsumsi
 - Informasi kadar hemoglobin → biokimia
 - Informasi berat dan tinggi badan → antropometri
 - Informasi situasi sosial ekonomi → faktor ekologi
- d. Dana. Metode biokimia relatif mahal
- e. Tingkat reliabilitas dan akurasi yang dibutuhkan
Metode klinis dalam menilai tingkat pembesaran kelenjar gondok → sangat subjektif sekali sehingga dibutuhkan tenaga medis dan paramedic yang sangat terlatih dan berpengalaman dalam bidang ini.
- f. Tersedianya fasilitas dan peralatan
Fasilitas dan peralatan antropometri relatif lebih mudah diperoleh dibandingkan peralatan metode biokimia.
- g. Tenaga
Ketersediaan tenaga seperti ahli gizi, dokter, ahli kimia, dan tenaga lain.
- h. Waktu
Antropometri memerlukan waktu relatif singkat.

Tes Formatif

1. Kegiatan monitoring status gizi kelompok populasi yang terpilih secara berkelanjutan merupakan karakteristik dari?
 - A. *Nutrition Surveys*
 - B. *Nutrition Surveillance*
 - C. *Nutrition Screening*
 - D. *Nutrition Interventions*
 - E. *Assessment Systems in The Clinical Setting*
2. Berikut ini yang termasuk contoh *nutrition survey* adalah
 - A. NHANES
 - B. Riset Kesehatan Dasar
 - C. Food Stamp Program
 - D. Fortifikasi
 - E. Suplementasi
3. Salah satu cara untuk mengetahui status gizi seseorang yaitu dengan melakukan pemeriksaan fisik (tanda dan gejala) berdasarkan penglihatan, tanpa menyentuh subyek. Apakah jenis metode PSG tersebut?
 - A. Biofisik
 - B. Klinis
 - C. Biokimia
 - D. Faktor ekologi
 - E. Statistik Vital
4. Apakah jenis metode PSG yang dapat digunakan untuk mengetahui penurunan albumin hati pada KEP berat?
 - A. Biofisik
 - B. Klinis
 - C. Biokimia
 - D. Faktor ekologi
 - E. Statistik Vital
5. Salah satu metode penilaian status gizi adalah dengan cara tes adaptasi pada ruangan gelap untuk menilai kejadian buta senja pada seorang individu yang mengalami kekurangan vitamin A. Apakah jenis metode PSG di atas?
 - A. Biofisik
 - B. Klinis
 - C. Biokimia
 - D. Faktor ekologi
 - E. Antropometri

PERTEMUAN 2

KONSEP PENGUKURAN ANTROPOMETRI

Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu	Capaian Pembelajaran
<ul style="list-style-type: none"> • Kuliah interaktif • Diskusi • <i>Question based learning</i> 	150 menit	Mahasiswa mampu mengklasifikasikan konsep pengukuran antropometri sebagai parameter antropometri baik linear maupun massa jaringan

2.1 Definisi Antropometri

Antropometri berasal dari kata Yunani "Antropos" yang berarti manusia dan "metric" yang berarti ukuran. Secara harfiah antropometri adalah studi yang menelaah tentang ukuran tubuh manusia. Dalam ilmu gizi, antropometri dikaitkan dengan proses pertumbuhan tubuh manusia. Definisi lain antropometri yaitu pengukuran terhadap ukuran tubuh, berat, dan proporsi fisik (Lee dan Nielman, 1996). Menurut Jellife (1966) dalam (Supariasa, dkk, 2022) antropometri adalah pengukuran dari variasi dimensi fisik dan komposisi tubuh dasar pada level usia dan derajat gizi yang berbeda.

Manfaat antropometri yaitu (Supariasa, dkk, 2022):

- a. Mengetahui ketidakseimbangan asupan protein dan energy yang terlihat dari pola pertumbuhan fisik dan proporsi jaringan tubuh seperti lemak, otot, dan jumlah air dalam tubuh
- b. Evaluasi/ memantau status gizi masyarakat
- c. Memperkirakan komposisi tubuh dalam kondisi klinik

2.2 Faktor yang memengaruhi ukuran antropometri

- a. Faktor internal
 - Genetik
 - Masa kandungan
 - Jenis kelamin
- b. Faktor eksternal
 - Asupan
 - Obat
 - Lingkungan
 - Penyakit

2.3 Prinsip Pengukuran

- A. Untuk menghindari bias
 - a. Bias acak (*random errors*)
Kesalahan pengukuran tetapi hasilnya tidak mempengaruhi nilai rata-rata. Dapat memperbesar sebaran (deviasi) dari hasil pengukuran. Sumbernya dari variasi biologis individu, kesalahan sampling atau kesalahan pengukuran

- b. Bias sistematis (*systematic errors*)
Terjadi pada metode penilaian status gizi. Sumbernya dari pewawancara, responden, alat, dan instrumen.

B. Untuk memperkuat validitas

- a. Pengukur: Paham dan terlatih PSG
- b. Alat: Pilih alat terbaik dan lakukan kalibrasi alat
- c. Subjek ukur: Kondisikan subjek sedemikian sehingga menghasilkan pengukuran yang akurat

Berikut ini adalah beberapa cara untuk meminimalkan kesalahan dalam antropometri:

1. Standar prosedur dan kalibrasi alat
2. Penggunaan alat dengan diawasi penyelia/supervisi
3. Uji coba/latihan sebelum pengukuran dan simulasi pengukuran dengan kondisi di lapangan
4. Bila memungkinkan, hanya satu pengukur untuk setiap pengukuran untuk mengurangi efek inter-pengukur

2.4 Kelebihan dan Kekurangan antropometri

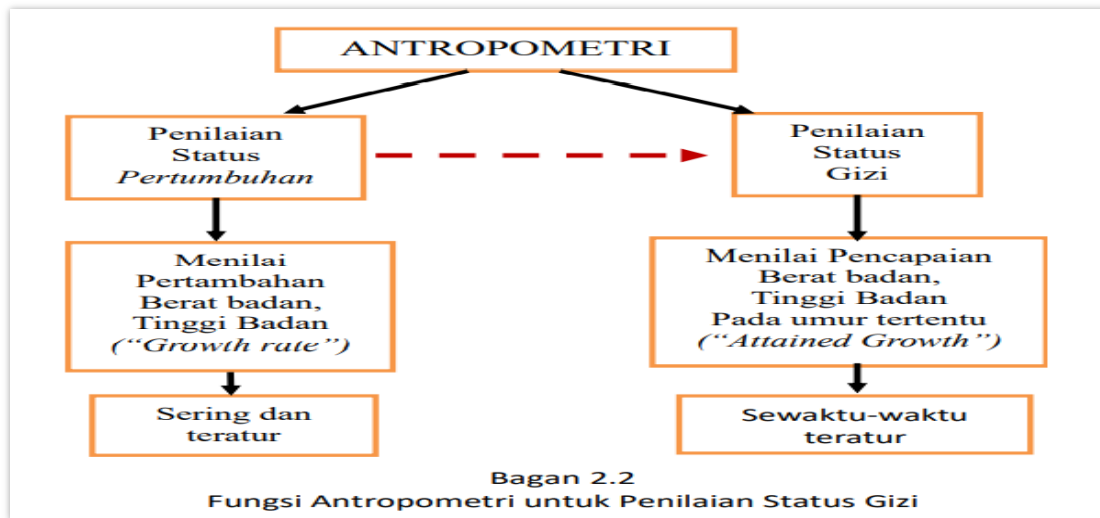
Kelebihan antropometri antara lain:

- a. Alat mudah diperoleh, murah, dan mudah digunakan
- b. Cepat (populasi besar)
- c. Objektif
- d. Gradable (dirangking)
- e. Tidak menimbulkan sakit pada responden
- f. Tidak perlu dilakukan oleh tenaga ahli, cukup dilakukan oleh tenaga yang telah dilatih
- g. Dapat mendeteksi riwayat gizi di masa lampau

Kekurangan antropometri antara lain:

- a. Butuh referensi data
- b. Kesalahan pada peralatan (tidak dikalibrasi) dan pengukur (cara mengukur, pembacaan, pencatatan)
- c. Data terbatas (pertumbuhan, obesitas, malnutrisi → semua karena zat gizi makro, tidak ada informasi defisiensi zat gizi mikro)

2.5 Konsep Pertumbuhan sebagai dasar pengukuran antropometri



Konsep Pertumbuhan (*growth*)

Pertumbuhan adalah peningkatan secara bertahap dari tubuh, organ, dan jaringan dari dalam kandungan hingga remaja (Jelliffe DB, 1989). Pertumbuhan meliputi perubahan jumlah, ukuran dan fungsi sel, organ maupun individu yang diukur dengan berat (gr, pound, kg), panjang (cm, m), umur tulang, dan keseimbangan metabolisme (retensi kalium dan nitrogen tubuh). Pertumbuhan lebih menekankan pada aspek fisik.

Konsep Perkembangan (*development*)

Perkembangan adalah bertambahnya kemampuan dalam struktur dan fungsi tubuh yang lebih kompleks dalam pola yang teratur dan merupakan hasil proses pematangan. Perkembangan meliputi perkembangan emosi, intelektual, dan tingkah laku sebagai hasil interaksi dengan lingkungan. Perkembangan lebih menekankan pada mental, kejiwaan, kematangan fungsi organ terutama sistem saraf pusat.

Terdapat dua jenis pertumbuhan yaitu

- 1) Pertumbuhan Linier
 - menunjukkan keadaan gizi (kurang gizi) akibat kekurangan energi dan protein yang diderita di masa lalu
 - pertumbuhan tubuh yang berkaitan dengan bertambahnya panjang massa tulang
 - terdiri dari pengukuran panjang atau tinggi badan, lingkar dada, dan lingkar kepala
- 2) Pertumbuhan Massa Jaringan
 - menunjukkan keadaan gizi (kurang gizi) akibat kekurangan energi dan protein yang diderita saat ini
 - pertumbuhan tubuh yang berkaitan dengan bertambahnya massa lemak dan otot
 - terdiri dari berat badan, lingkar lengan atas, lingkar pinggang, lingkar pinggul, dan tebal lemak bawah kulit

Klasifikasi Pengukuran Antropometri:

1. ukuran tubuh: indeks pertumbuhan
2. komposisi tubuh: massa lemak dan massa bebas lemak

2.6 Parameter antropometri

Antropometri sebagai indikator status gizi dapat dilakukan dengan mengukur beberapa parameter. Parameter adalah ukuran tunggal dari tubuh manusia antara lain:

- a. Umur
- b. Berat badan
- c. Panjang dan tinggi badan
- d. Lingkar lengan atas
- e. Lingkar kepala
- f. Lingkar dada
- g. Lingkar pinggang
- h. Lingkar pinggul
- i. Tebal lemak bawah kulit

Tes Formatif

1. Berikut ini yang merupakan keunggulan dari metode antropometri adalah?
 - A. Sensitif untuk mendeteksi status gizi yang terjadi dalam waktu singkat
 - B. Dapat membedakan gangguan kekurangan zat gizi tertentu seperti Zn
 - C. Sensitivitasnya tetap baik meskipun ada faktor penyakit yang diderita oleh seseorang
 - D. Dapat mengidentifikasi status gizi sedang, kurang, maupun buruk
 - E. Membutuhkan tenaga ahli sesuai dengan prosedur yang terstandar
2. Perhatikan tabel ukuran antropometri berikut ini!

No	Ukuran antropometri
1	Panjang Badan
2	Tinggi Badan
3	Berat Badan
4	LILA
5	Tebal lemak bawah kulit
6	Lingkar Kepala

Manakah yang termasuk ukuran antropometri linier?

- A. 1 dan 3
- B. 2 dan 3
- C. 3 dan 4
- D. 1 dan 6

E. 5 dan 6

3. Manakah yang termasuk ukuran antropometri massa jaringan?
- A. 1 dan 4
 - B. 2 dan 4
 - C. 3 dan 4
 - D. 4 dan 6
 - E. 5 dan 6

Perhatikan tabel faktor yang memengaruhi pertumbuhan berikut ini!

No	Faktor yang memengaruhi pertumbuhan
1.	Genetik
2.	BBLR
3.	Hormon pertumbuhan
4.	Gizi
5.	Infeksi
6.	Jenis kelamin

4. Manakah yang termasuk faktor internal?
- A. 1, 2, 4
 - B. 1, 2, 5
 - C. 1, 2, 6
 - D. 2, 4, 5
 - E. 2, 5, 6
5. Kekurangan energi dan protein pada masa apakah yang dapat diketahui dari pengukuran linier?
- A. Masa kini
 - B. Masa lampau
 - C. Seumur hidup
 - D. Masa kini dan lampau
 - E. Masa dewasa

PERTEMUAN 3

STANDARISASI PENGUKURAN ANTROPOMETRI

Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu	Capaian Pembelajaran
<ul style="list-style-type: none"> • Kuliah interaktif • Diskusi • <i>Question based learning</i> • Praktikum 	150 menit	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa mampu menjelaskan pengukuran, indeks, dan indikator pada PSG • Mahasiswa mampu menjelaskan konsep reliabilitas dan validitas dari alat ukur • Mahasiswa mampu melakukan prosedur standarisasi pengukuran antropometri

Reliabilitas

- Reliabilitas : apabila dalam beberapa kali pengukuran terhadap kelompok subjek yang sama diperoleh hasil yang relatif sama, selama aspek yang diukur dalam diri subjek memang belum berubah.
- Relatif sama → tetap ada toleransi terhadap perbedaan-perbedaan kecil di antara hasil beberapa kali pengukuran tadi.
- Apabila perbedaan tsb sangat ekstrim besar dari waktu ke waktu → hasil pengukuran tidak reliable, tdk dpt dipercaya
- Konsep reliabilitas alat ukur erat kaitannya dengan masalah error pengukuran/error of measurement

Validitas

- Validitas : sejauh mana ketepatan dan kecermatan suatu alat ukur dalam melakukan fungsi ukurnya
- Valid tidaknya suatu alat ukur tergantung pada mampu tidaknya alat ukur tersebut mencapai **tujuan pengukuran** dengan tepat dan cermat
- Contoh: untuk menimbang cincin emas maka digunakan timbangan berat emas
- Meteran digunakan u/ mengukur panjang; literan digunakan u/ mengukur isi atau volume
- Meteran digunakan untuk mengukur berat → tidak valid

Prosedur Standarisasi Antropometri

- Tujuan → memberikan informasi yang cepat dan menunjukkan kesalahan secara tepat sehingga perubahan dapat dilakukan sebelum sumber kesalahan dapat dipastikan.

- Hasil pengukuran penyelia/supervisor umumnya lebih handal, penyelia lebih berpengalaman, mampu menilai ketepatannya sendiri dengan membakukan hasil pengukurannya terhadap hasil pengukuran teman sejawat.
- Penyelia mempelajari hal-hal apa yang perlu diperhatikan untuk menjamin presisi dan akurasi pengukuran dan keterampilan apa yang perlu diberikan

Presisi dan Akurasi

- Presisi adalah kemampuan mengukur subyek yg sama secara berulang-ulang dg kesalahan yg minimum
- Akurasi adalah kemampuan mendapatkan hasil yg sedekat mungkin dg hasil yg diperoleh penyelia/supervisor

Faktor yang memengaruhi kualitas data:

1. Petugas atau pengukur
2. Sasaran objek terukur
3. Alat ukur
4. Prosedur pengukuran atau SOP

Alat ukur

- harus memenuhi persyaratan reliabilitas dan validitas
- digunakan beberapa kali menghasilkan hasil yang rentangnya tidak berjauhan
- harus sah → alat tsb benar-benar mengukur apa yang hendak diukur
- Ditera secara periodik ke Dinas Metrologi

Petugas Pengukur

- Harus mempunyai pengetahuan dan keterampilan terhadap karakteristik variabel yang diukur
- Mengetahui sifat sasaran objek terukur bisa berupa orang hidup dan atau benda mati
- Mengetahui karakteristik alat ukur misalnya kapasitas dan tingkat ketelitian alat
- Dapat mengoperasikan atau menjalankan alat sesuai dengan petunjuk operasionalisasi yang tersedia

Kesalahan Pengukuran

- Pengukuran TB → tdk memperhatikan posisi orang yang diukur, misalnya titik-titik yg harus menempel di dinding; petugas tidak memperhatikan situasi pada saat anak diukur seperti anak menggunakan sandal atau sepatu
- Penimbangan BB → timbangan belum di titik nol, dacin belum dalam keadaan seimbang dan dacin tidak berdiri tegak lurus
- Kesalahan peralatan → alat belum dikalibrasi
- Kesalahan tenaga pengukur : pengukur kurang hati-hati atau blm mendapatkan pelatihan yg memadai

Kesalahan-kesalahan yang terjadi saat pengukuran disebut **Measurement Error**.

Contoh peralatan antropometri

- Alat mengukur berat badan adalah dacin dengan kapasitas 20–25 kg dan ketelitiannya 0,1 kg.
- Alat mengukur panjang badan, alat pengukur panjang badan (APPB) berkapasitas 110 cm dengan skala 0,1 cm.
- Alat mengukur tinggi badan dengan mikrotoa berkapasitas 200 cm dengan ketelitian 0,1 cm.
- Alat ukur lingkaran lengan atas dapat diukur dengan pita LILA dengan kapasitas 33 cm dengan skala 0,1 cm

Mengatasi Kesalahan Pengukuran

- 1) Memilih alat ukur yang sesuai dengan apa yang ingin diukur → mengukur tinggi badan menggunakan mikrotoa
- 2) Petugas pengumpul data harus mengerti teknik, urutan, dan langkah-langkah dalam pengumpulan data
- 3) Pelatihan petugas. Materi pelatihan sebaiknya menekankan pada ketelitian pembacaan dan pencatatan hasil. Dalam pelatihan harus dilakukan praktek terpimpin oleh petugas profesional dalam bidangnya. Apabila memungkinkan dilaksanakan pelatihan secara periodik.
- 4) Penerimaan alat ukur secara berkala
- 5) Pengukuran silang antar pengamat. Kegiatan ini perlu dilakukan untuk mendapatkan presisi dan akurasi yang baik.
- 6) Pengawasan dan uji petik.

Teknik Uji Presisi dan Akurasi

1. Siapkan 10 orang responden untuk setiap 6 petugas pengukur (peserta pelatihan) dan 1 orang supervisor
2. Baik petugas pengukur maupun supervisor sudah siap dengan formulir hasil pengukuran antropometri
3. Supervisor diberi kesempatan pertama kali mengukur responden. Setelah itu, diikuti oleh petugas pengukur secara berurutan. Pada saat melakukan pengukuran, supervisor maupun petugas pengukur yang belum mendapat giliran mengukur harus berada jauh dari petugas yang sedang melakukan pengukuran
4. Setelah supervisor dan masing-masing petugas pengukur melakukan pengukuran terhadap 10 responden, catatan hasil pengukuran dan harus diserahkan ke ketua kelompok
5. Selanjutnya, supervisor dan petugas pengukur melakukan pengukuran ulang terhadap 10 responden dengan cara yang sama. Setelah semua selesai melakukan pengukuran kemudian catatan hasil pengukuran dan harus diserahkan ke ketua kelompok
6. Selanjutnya, catatan hasil pengukuran supervisor dan petugas pengukuran dipindahkan ke dalam formulir tabulasi yang telah dipersiapkan
7. Gunakan formulir perhitungan hasil uji standarisasi

Formulir Hasil Pengukuran

No	Supervisor		Petugas Pengukur							
			1		2		3		4	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
1										
2										
3										
4										
dst										

a = pengukuran pertama
b = pengukuran kedua

Contoh Hasil Pengukuran Tinggi Badan

No Responden	Supervisor		Petugas 1	
	a	b	a	b
1	82,8	82,2	84,2	83,7
2	83,9	84,6	86,1	85,4
3	86,0	85,6	86,2	85,8
4	86,2	86,0	87,5	86,5
5	82,0	82,0	82,6	82,7
6	85,6	85,4	86,4	86,0
7	82,3	82,4	82,0	83,5
8	87,6	87,6	88,4	88,2
9	80,1	80,6	82,0	81,5
10	85,3	86,5	86,6	87,0

Perhitungan Standarisasi Antropometri

No Responden	Petugas 1		d (a-b)	d ² (a-b) ²	Tanda +	Petugas 1 s = (a+b)	Supervisor S = (a+b)	D (s-S)	D ² (s-S) ²	Tanda +
	a	b								
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Langkah-langkah Penghitungan Data

1. Hasil dua kali pengukuran disajikan pada kolom a dan b
2. Pada kolom d disajikan hasil pengukuran (a-b), berikut tanda masing-masing (+/-)
3. Pada kolom d² diisikan hasil kuadrat (a-b)
4. Tanda plus minus pada kolom dihitung. Jumlah tanda yg muncul terbanyak menjadi pembilang dari pecahan dengan subjek sebagai penyebut. Tanda nol tidak dihitung
5. Pada kolom s diisikan jumlah (a+b). Kelima langkah tersebut dilakukan serentak oleh semua petugas pengukur & penyelia
6. Kolom s lembar penyelia dipindahkan ke lembar tiap petugas di bawah kolom S
7. Perbedaan s petugas & S penyelia diisikan ke kolom D (s-S) dengan tanda yang tepat dan kuadratnya pada kolom D²

8. Tanda plus minus ($s-S$) dihitung. Jumlah tanda yang muncul terbanyak menjadi pembilang dari pecahan dengan jumlah subjek sebagai penyebut. Tanda nol tidak dihitung
9. Hasil penjumlahan d^2 dan D^2 serta hasil perhitungan tanda dipindahkan ke lembar lain

Contoh Hasil Perhitungan Uji Standarisasi Antropometri

No. resp.	Hasil peserta 1		d (a - b)	d2 (a - b) ²	Tanda +	Peserta 1 s = (a+b)	Suverpisor S=(a+b)	D (s - S)	D2 (s-S) ²	Tanda +
	(a)	(b)								
1.	84.2	83.7	+0.5	0.25	+	167.9	165.0	+2.9	8.41	+
2.	86.1	85.4	+0.7	0.49	+	171.5	168.4	+3.1	9.61	+
3.	86.2	85.8	+0.4	0.16	+	172.0	171.6	+0.4	0.16	+
4.	87.5	86.5	+1.0	1.00	+	174.0	172.2	+1.8	3.24	+
5.	82.6	82.7	-0.1	0.01	-	165.3	164.0	+1.3	1.69	+
6.	86.4	86.0	+0.4	0.16	+	172.4	171.0	+1.4	1.96	+
7.	82.0	83.5	-1.5	2.25	-	165.5	164.7	+0.8	0.64	+
8.	88.4	88.2	+0.2	0.04	+	176.6	175.2	+1.4	1.96	+
9.	82.0	81.5	+0.5	0.25	+	163.5	160.7	+2.8	7.84	+
10.	86.6	87.0	-0.4	0.16	-	173.6	171.8	+1.8	3.24	+
Jumlah			+1.7	4.77				+17.7	38.75	10/10

Penilaian Hasil

- Ketentuan berikut ini digunakan dalam menganalisis hasil:
 - ❑ Σd^2 penyelia biasanya paling kecil; presisinya paling besar krn kompetensinya lebih besar
 - ❑ Jumlah d^2 petugas (berkaitan dg presisi) tidak lebih besar dari $2x \Sigma d^2$ penyelia
 - ❑ ΣD^2 petugas (berkaitan dg akurasi) tdk lebih besar dari $3x \Sigma d^2$ penyelia
 - ❑ ΣD^2 petugas harus lebih besar dari Σd^2 nya. Jika tdk, data tsb harus diperiksa dan dihitung kembali krn kemungkinan besar salah hitung
 - ❑ Jika Σd^2 pengukur = $2,5 x \Sigma d^2$ penyelia dan ΣD^2 pengukur $\geq 2x \Sigma d^2$ penyelia
 → ketepatan pengukuran baik tetapi tidak akurat → kesalahan sistematis

Apabila seseorang melakukan kesalahan pengukuran sistematis maka perlu dilihat jumlah tanda positif (+) pada tabel perhitungan

- Bila tanda (+) > separuh → pengukur cenderung mengukur selalu lebih besar
- Bila tanda (+) < separuh → pengukur cenderung mengukur selalu lebih kecil
- Bila tanda (+) = tanda (-) → pengukur cenderung melakukan kesalahan mengukur lebih besar = kesalahan mengukur lebih kecil

Tes Formatif

1. Sebaiknya berapa kali pengukuran yang dilakukan oleh petugas pengukur BB atau TB?
 - A. 1 kali
 - B. 2 kali
 - C. 3 kali
 - D. 4 kali
 - E. 5 kali
2. Kesalahan yang terjadi saat pengukuran biasa disebut dengan?
 - A. Measurement error
 - B. Measurement procedure
 - C. Measurement bias
 - D. Measurement rules
 - E. Measurement guide
3. Apabila petugas pengukur melakukan kesalahan pengukuran sistematis dengan jumlah tanda (+) lebih dari separuh. Manakah pernyataan dibawah ini yang tepat?
 - A. Pengukur cenderung mengukur selalu lebih kecil
 - B. Pengukur cenderung mengukur selalu lebih besar
 - C. Pengukur cenderung melakukan kesalahan mengukur yang sama
 - D. Pengukur tidak melakukan kesalahan pengukuran sistematis
 - E. Pengukur bukan melakukan kesalahan sistematis
4. Berikut ini yang bukan termasuk faktor yang memengaruhi kualitas data adalah ...
 - A. Alat ukur
 - B. Petugas atau pengukur
 - C. Sasaran objek terukur
 - D. Supervisor
 - E. Prosedur pengukuran atau SOP
5. Sejauh mana ketepatan dan kecermatan suatu alat ukur dalam melakukan fungsi ukurnya disebut dengan istilah ...
 - A. Reliabilitas
 - B. Validitas
 - C. Kualitas
 - D. Morbiditas
 - E. Mortalitas

PERTEMUAN 4

PROSEDUR PENGUKURAN ANTROPOMETRI

Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu	Capaian Pembelajaran
<ul style="list-style-type: none"> • Kuliah interaktif • Diskusi • <i>Question based learning</i> • Praktikum 	150 menit	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa mampu menjelaskan berbagai prosedur pengukuran antropometri • Mahasiswa mampu melakukan prosedur pengukuran antropometri (berat badan, panjang/tinggi badan, LLA, dan Lika)

4.1 Pengukuran Panjang Badan

Prinsip

1. Pengukuran harus dilakukan oleh 2 orang :
 - Orang pertama *sebagai pengukur*: melakukan pengukuran.
 - Orang kedua *sebagai pencatat*: membantu mengukur dan mencatat hasil pengukuran dalam formulir pencatatan
2. Pembacaan & penulisan angka hasil pengukuran panjang badan harus sesuai dengan angka hasil pembacaan pada alat ukur, **tidak boleh** dibulatkan.
3. Anak usia kurang dari 2 tahun diukur secara terlentang sedangkan anak usia 2 tahun atau lebih diukur dengan berdiri tegak.

Koreksi Panjang/Tinggi Badan

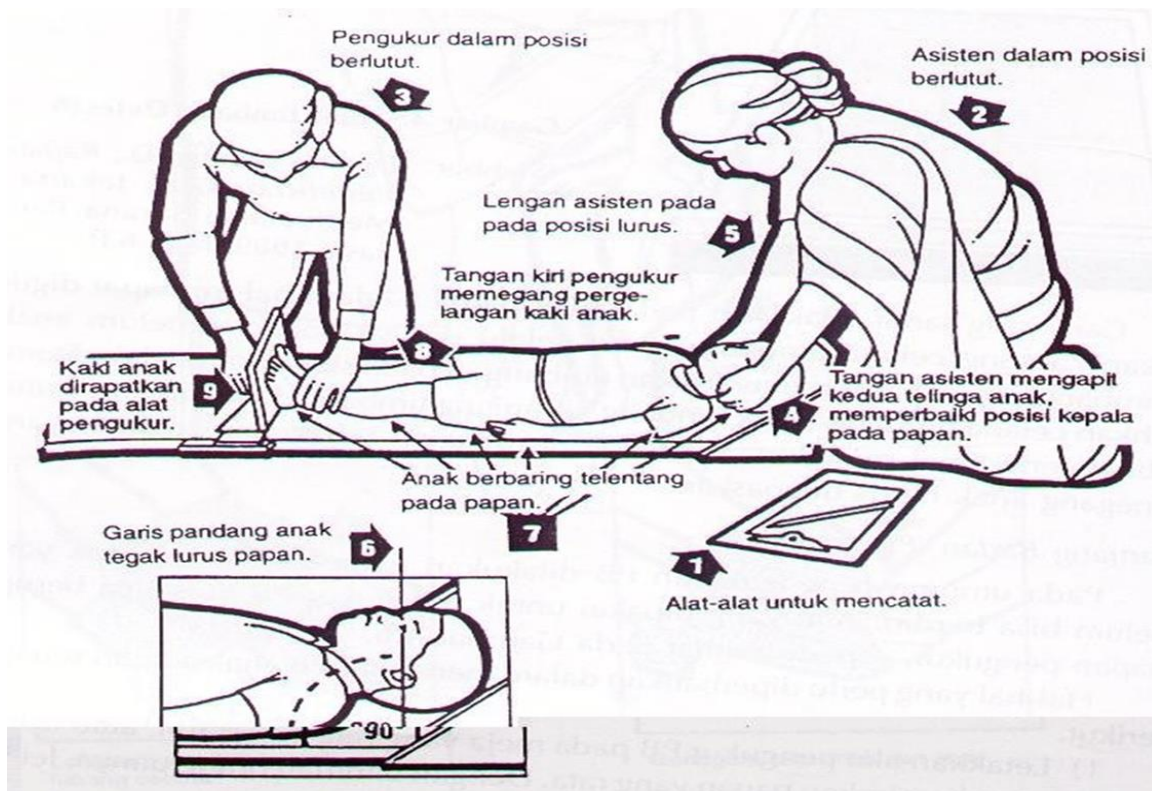
- Jika anak kurang dari 2 tahun diukur berdiri maka panjangnya ditambah 0,7 cm
- Jika anak usia 2 tahun atau lebih diukur terlentang maka tingginya dikurangi 0,7 cm

Alat yang dibutuhkan: Infantometer atau *length board*



Prosedur pengukuran panjang badan

1. Sebaiknya dilakukan oleh 2 orang
2. Bayi dibaringkan terlentang di atas alas yang datar
3. Kepala bayi menempel pada pembatas angka 0
4. Petugas 1 : kedua tangan memegang kepala bayi
5. Petugas 2 : tangan kiri menekan lutut bayi agar lurus, dan tangan kanan menekan batas kaki hingga telapak kaki dan membaca angka
6. Pengukuran dilakukan 2x
7. Catat hasil pengukuran





4.2 Pengukuran Tinggi Badan

Prinsip

2. Pengukuran harus dilakukan oleh 2 orang :
 - Orang pertama *sebagai pengukur*: melakukan pengukuran.
 - Orang kedua *sebagai pencatat*: membantu mengukur dan mencatat hasil pengukuran dalam formulir pencatatan
4. Pembacaan & penulisan angka hasil pengukuran tinggi badan harus sesuai dengan angka hasil pembacaan pada alat ukur, **tidak boleh** dibulatkan.
5. Anak usia kurang dari 2 tahun diukur secara terlentang sedangkan anak usia 2 tahun atau lebih diukur dengan berdiri tegak.

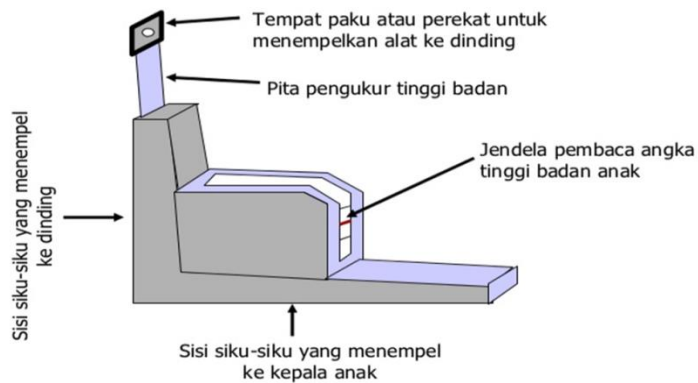
Koreksi Panjang/Tinggi Badan

- Jika anak kurang dari 2 tahun diukur berdiri maka panjangnya ditambah 0,7 cm
- Jika anak usia 2 tahun atau lebih diukur terlentang maka tingginya dikurangi 0,7 cm

Alat yang dibutuhkan: microtoise dengan ketelitian 0,1 cm, lakban, gunting

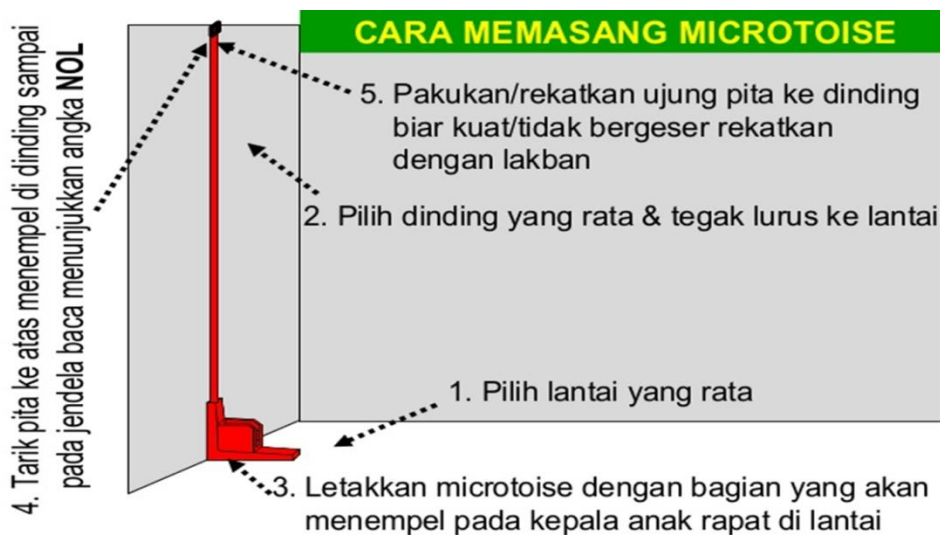


Alat Ukur Tinggi Badan ("Microtoise")



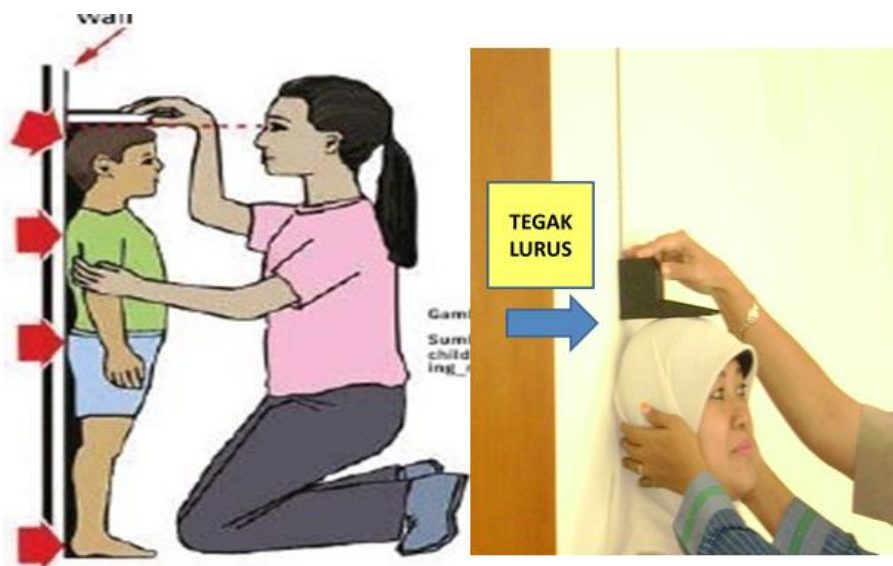
Prosedur pemasangan alat (mikrotoise)

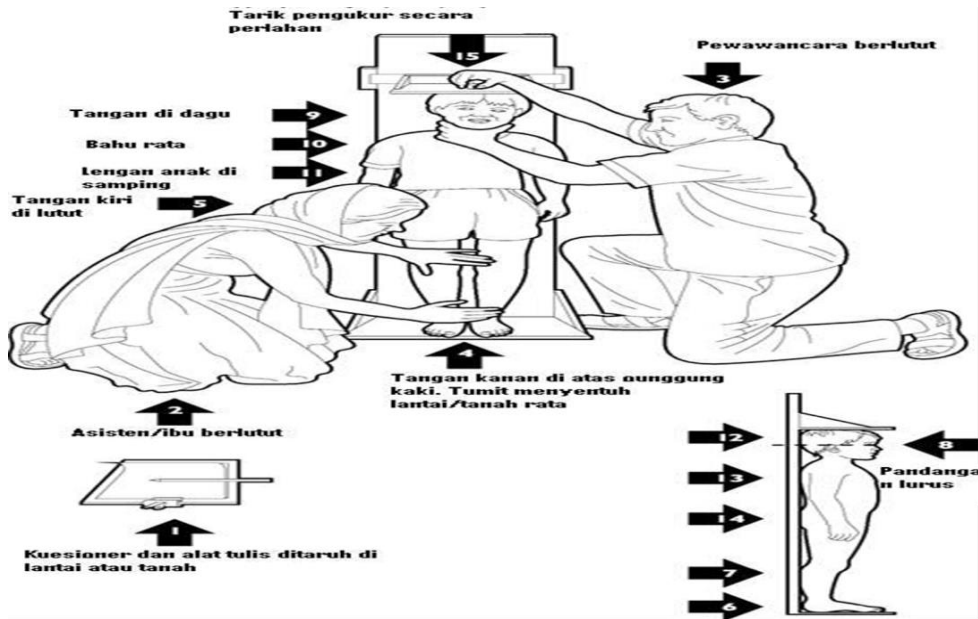
1. Gantungkan bandul benang untuk membantu memasang microtoise di dinding agar tegak lurus
2. Letakan alat pengukur di lantai yang DATAR tidak jauh dari bandul tersebut dan menempel pada dinding. Dinding jangan ada lekukan atau tonjolan (harus rata).
3. Tarik papan penggeser tegak lurus keatas, sejajar dengan benang berbandul yang tergantung dan tarik sampai angka pada jendela baca menunjukkan angka 0 (NOL). Kemudian dipaku atau direkat dengan lakban pada bagian atas microtoise.
4. Untuk menghindari terjadi perubahan posisi pita, beri lagi perekat pada posisi sekitar 10 cm dari bagian atas microtoise.



Prosedur Pengukuran Tinggi Badan

1. Pasang alat sesuai dengan petunjuk pemasangan
2. Cari dinding rumah yang rata, lantai yang keras dan datar
3. Lepas alas kaki, penutup kepala/topi/peci, kuncir/sanggul rambut dan diapers/pampers yang digunakan oleh responden
4. Responden naik ke alas alat ukur dengan posisi membelakangi alat ukur
5. Responden berdiri tegak, pandangan lurus ke depan → titik cuping telinga dengan ujung mata harus membentuk garis imajiner yang tegak lurus terhadap dinding belakang alat ukur (membentuk sudut 90°)
6. Lima bagian badan menempel di alat ukur (kepala, punggung, pantat, betis dan tumit). Pada orang yang gemuk minimal 3 bagian yaitu: punggung, pantat, dan betis.
7. Posisi pengukur berada di depan responden yang diukur
8. Gerakan alat geser sampai menyentuh bagian atas kepala responden. Pastikan alat geser berada tepat di tengah kepala responden. Dalam keadaan ini bagian belakang alat geser harus tetap menempel pada dinding.
9. Baca angka tinggi badan pada jendela baca ke arah angka yang lebih besar (ke bawah). Pembacaan dilakukan tepat di depan angka (skala) pada garis merah, sejajar dengan mata petugas.
10. Apabila pengukur lebih rendah dari yang diukur, pengukur harus berdiri di atas bangku agar hasil pembacaannya benar.
11. Pencatatan dilakukan dengan ketelitian sampai satu angka dibelakang koma (0,1 cm). Contoh 157,3 cm; 160,0 cm; 163,9 cm. Isikan ke dalam formulir hasil ukur.
12. Pengukuran dilakukan 2x





Keterbatasan microtoise adalah memerlukan tempat dengan permukaan lantai dan dinding yang rata, serta tegak lurus tanpa tonjolan atau lengkungan di dinding. Bila tidak ditemukan dinding yang rata dan tegak lurus setinggi 2 meter, cari tiang rumah atau papan yang dapat digunakan untuk menempelkan microtoise.

4.3 Penimbangan Berat Badan

Prinsip

1. Penimbangan dilakukan oleh 2 orang :
 - Orang pertama *sebagai pengukur*: melakukan penimbangan.
 - Orang kedua *sebagai pencatat*: membantu penimbangan dan mencatat hasil
2. Pembacaan & penulisan hasil penimbangan harus sesuai dengan angka hasil pembacaan pada alat timbang.

Alat yang dibutuhkan: timbangan dengan ketelitian 0,1 kg





Prosedur penimbangan berat badan dengan timbangan digital/analog:

Persiapan

1. Letakan timbangan pada lantai yang datar
2. Responden diminta membuka alas kaki, jaket, pakaian yang tebal, diapers (balita), aksesoris seperti gelang, jam tangan serta mengeluarkan isi kantong yang berat seperti dompet, telepon genggam.
3. Memakai pakaian seminimal mungkin

Persiapan alat

Aktifkan alat → Tunggu sampai muncul angka 0.00 (untuk timbangan digital) dan posisi jarum ada di angka/garis 0 (untuk timbangan analog) → alat siap digunakan.



Proses penimbangan

1. Responden → naik dengan posisi kaki tepat di tengah alat, tetapi tidak menutupi jendela baca
2. Responden bersikap tenang, posisi tangan berada di samping, tegap, pandangan arah kedepan, dan kepala tidak menunduk



3. Angka di kaca jendela akan muncul dan tunggu sampai angka tidak berubah (statis). Begitu pula dengan timbangan analog, pastikan jarum sudah tidak berubah (statis).
4. Baca dengan keras hasil penimbangan oleh petugas penimbang
 - Angka hasil penimbangan disebut ulang oleh pencatat
 - Jika sesuai dengan yang disebutkan oleh petugas penimbang
 - Tuliskan pada formulir pencatatan
5. Minta responden turun dari alat timbang → alat akan OFF DAN NOL secara otomatis.
6. Pengukuran dilakukan 2x
7. Untuk menimbang responden berikutnya, ulangi prosedur 1-5

Cara menimbang anak yang belum bisa berdiri

F. Cara pertama

1. Minta ibu untuk melepas topi/tutup kepala, jaket/baju yang tebal, sepatu, kaos kaki, diapers atau asesoris yang digunakan oleh ANAK termasuk benda-benda yang mempengaruhi hasil penimbangan.
2. Aktifkan alat timbang. Timbang ibu (TANPA ANAK)
3. Perhatikan posisi kaki ibu tepat di tengah alat timbang
4. Catat angka yg terakhir muncul
5. Minta ibu tetap di atas alat timbang dan tunggu sampai alat timbang OFF secara otomatis
6. Hidupkan timbangan → muncul angka "0,00" gendong anak oleh ibu
7. Posisi anak dalam gendongan berhadapan dengan ibu → Angka yang terakhir muncul/tertera di timbangan → BB anak
8. Pengukuran dilakukan 2x
9. Catat hasil pengukuran pada formulir pencatatan

Catatan:

- Cek angka hasil penimbangan, jika: $BB\ anak = BB\ ibu$ atau $BB\ anak > BB\ ibu$ maka lakukan penimbangan kembali dengan benar.
- Jika hasil tidak ada perubahan atau angka tetap "0,00" maka lakukan penimbangan dengan prosedur penimbangan CARA KEDUA



G. Cara kedua

1. Minta ibu → melepas topi/ tutup kepala, jaket/baju yang tebal, sepatu, kaos kaki, diapers, atau asesoris yang digunakan oleh ANAK termasuk benda-benda yang mempengaruhi hasil penimbangan.
2. Aktifkan alat timbang → Timbang ibu
3. Perhatikan posisi kaki ibu tepat di tengah alat timbang
4. Catat angka berat badan ibu yang muncul pada jendela baca
5. Minta ibu turun dari alat timbang dan tunggu sampai alat timbang OFF secara otomatis
6. Hidupkan kembali timbangan → muncul angka "0,00" ibu naik ke atas timbangan sambil menggendong anaknya
7. Posisi anak dalam gendongan berhadapan dengan ibu
8. Catat angka berat badan ibu dan anak yang muncul pada jendela baca
9. Hitung berat badan anak dengan cara:
Hasil penimbangan berat badan ibu dan anak dikurangi hasil penimbangan berat badan ibu
10. Pengukuran dilakukan 2x

Prosedur penimbangan berat badan dengan timbangan bayi:

1. Letakkan timbangan pada meja yang datar dan tidak mudah bergoyang
2. Lihat posisi jarum atau angka harus menunjukkan angka 0
3. Bayi sebaiknya dalam posisi tidak memakai baju, atau gunakan baju setipis/seminimal mungkin, tanpa topi, tanpa kaos kaki, tanpa sarung tangan
4. Baringkan bayi dengan hati-hati di atas timbangan
5. Lihat jarum timbangan sampai terhenti
6. Baca angka yang ditunjukkan oleh jarum timbangan atau angka timbangan
7. Bila bayi terus bergerak, perhatikan gerakan jarum, baca angka ditengah-tengah antara gerakan jarum ke kanan dan ke kiri

Beberapa hal yang perlu diperhatikan:

1. Setelah selesai → simpan kembali alat timbang dalam kardus/tas
2. Jaga timbangan agar tidak rusak, jangan sampai jatuh, ditumpuk, terbentur, atau basah.

3. Apabila penerangan di dalam rumah tidak cukup baik, maka pengukuran berat badan dilakukan di luar rumah (cari lantai yang keras dan datar) agar hasil pengukuran dapat dibaca dengan baik.
4. Alat timbang HARUS DIKALIBRASI setiap hari sebelum ke lapangan untuk mengecek akurasi alat timbang.

Kalibrasi Timbangan

contoh alat kalibrasi

1. Batu timbang/anak timbangan dengan berat minimal 5 kg
2. Air kemasan dalam botol:
 - Siapkan 4 botol air kemasan 1,5 liter.
 - Salah satu botol dikurangi isinya sehingga beratnya menjadi 5 kg
 - Segel tutup botol & satukan ke-4 botol dengan lakban
3. Air dalam jerigen
 - Siapkan 1 jerigen kapasitas 5 liter. Isi dengan air sampai berat air dalam jerigen mencapai 5 kg. Segel tutup jerigen

Catatan: Bila berat alat kalibrasi tersebut sudah berubah (\pm 500 gram, artinya timbangan sudah kurang teliti maka semua baterai sudah harus diganti.

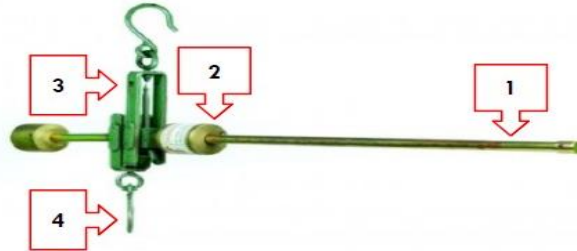
Penimbangan Berat Badan menggunakan Dacin

Alat yang dibutuhkan



Dacin adalah alat untuk mengukur berat badan bagi bayi di atas 6 bulan. Dacin terdiri dari beberapa bagian, yaitu:

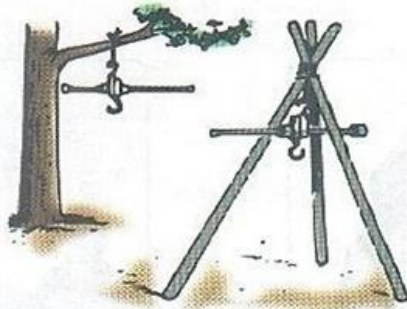
1. Batang dacin
2. Bandul geser
3. Jarung timbang
4. Sarung timbang



Gambar timbangan dacin dan beberapa bagiannya

Prosedur penimbangan

1. Gantung dacin pada tempat yang kokoh seperti pelana rumah atau kusen pintu atau dahan pohon atau penyangga kaki tiga yang kuat

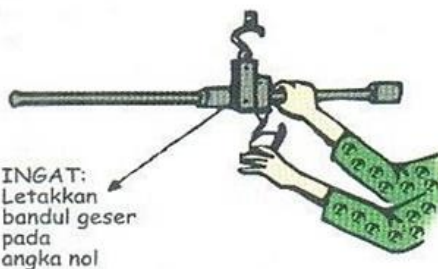


2. Atur posisi angka pada batang dacin sejajar dengan mata penimbang



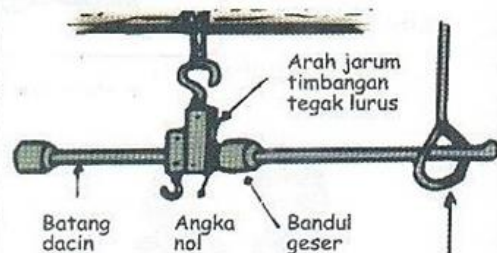
HARUS SEJAJAR

3. Letakkan bandul geser pada angka nol, jika ujung kedua paku timbang tidak dalam posisi lurus, maka timbangan perlu ditera atau diganti dengan yang baru.



INGAT:
Letakkan bandul geser pada angka nol

4. Pastikan bandul geser berada pada angka NOL



Batang dacin dikaitkan dengan tali pengaman



4.4 Pengukuran Lingkar Lengan Atas (LiLA)

Prinsip

Pengukuran LiLA sensitif untuk kelompok pra sekolah. Pengukuran LiLA dilakukan pada kelompok wanita usia subur (WUS) usia 15-45 tahun dan Ibu hamil semua umur. Pengukuran LiLA ini menjadi salah satu cara deteksi kelompok berisiko kurang energi kronik (KEK) dengan cut off point LiLA sebesar 23,5 cm.

Alat: Pita ukur/pita ukur LiLA dengan ketelitian 0,1 cm & Spidol/ pulpen

Prosedur pengukuran LiLA:

- Pastikan pita ukur/alat ukur LiLA tidak kusut, tidak terlipat-lipat, atau tidak sobek.
- Responden diminta berdiri dengan tegak tetapi rileks, tidak memegang apapun serta otot lengan tidak tegang.
- Tanyakan lengan mana yang sering digunakan. Jika yang aktif lengan kanan maka yang diukur LiLA nya adalah lengan kiri
- Baju pada lengan kiri disingsingkan ke atas sampai pangkal bahu terlihat atau lengan bagian atas tidak tertutup.
- Pengukuran sebaiknya dilakukan di dalam ruangan yang tertutup.
- Untuk menentukan titik tengah lengan (*mid point*), tekuk siku hingga membentuk sudut 90°, kemudian ukur panjang lengan antara pangkal bahu dengan ujung siku. Kemudian hasil pengukuran dibagi dua dan diberi tanda dengan pulpen/spidol.



- Lingkarkan pita ukur/alat ukur pada tanda pulpen/spidol tersebut mengelilingi lengan responden (di pertengahan antara pangkal bahu dan siku).
- Posisi lengan responden menggantung bebas
- Pita ditarik dengan perlahan, jangan terlalu ketat atau longgar.



- Baca angka yang ditunjukkan oleh ujung pita ukur/alat ukur LiLA (kearah angka yang lebih besar).
- Pengukuran dilakukan 2x
- Gulung kembali pita ukur setelah selesai digunakan dengan menekan bagian tengah pita ukur

4.5 Pengukuran Lingkar Kepala

Prinsip

Lingkar kepala digunakan untuk memeriksa keadaan patologi besarnya kepala atau peningkatan ukuran kepala misalnya pada kasus hidrosefalus dan mikrosefalus. Lingkar kepala dihubungkan dengan ukuran otak dan tulang tengkorak. Ukuran otak meningkat secara cepat selama tahun pertama, namun ukuran lingkar kepala tidak menggambarkan keadaan kesehatan dan gizi. Dalam antropometri gizi, rasio lingkar kepala dan lingkar dada dapat menentukan KEP pada anak. Lingkar kepala dapat digunakan untuk mendeteksi PEM kronik selama 2 tahun pertama dan IUGR. Selama 2 tahun, penambahan lingkar kepala lambat, setelah itu tidak begitu berguna. Lingkar kepala dapat dipengaruhi faktor non-nutrisi antara lain penyakit, variasi genetik, kebiasaan setempat (contoh: mengikat kepala saat bayi)

Bayi baru lahir memiliki lingkar kepala normal yaitu 34 – 35 cm. Selanjutnya, ukuran lingkar kepala akan bertambah dengan pertambahan sebagai berikut.

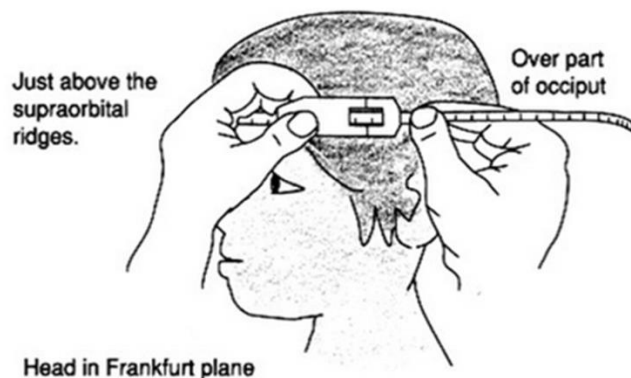
- Usia 0-3 bulan → bertambah 2 cm setiap bulan
- Usia 4-6 bulan → bertambah 1 cm per bulan
- Usia 6-12 bulan → penambahan 0,5 cm per bulan.
- Sampai usia 5 tahun biasanya sekitar 50 cm.
- Usia 5-12 tahun hanya naik sampai 52-53 cm
- Setelah usia 12 tahun akan menetap.

Alat yang digunakan: pita ukur, pita LiLA, metline



Prosedur pengukuran

- Bayi dapat diukur dalam keadaan berbaring atau dalam pangkuan ibu
- Posisi anak lurus ke depan dengan posisi kepala pada *frankfurt plane*
- Gunakan alat ukur pita yg tidak lentur. Gunakan pita yg terbuat dr *fiber glass*. Tidak diperbolehkan menggunakan kain
- Lingkarkan pita pengukur pada daerah glabella (frontalis) atau supra orbita bagian anterior menuju oksiput pada bagian posterior (dilingkarkan pada kepala anak melewati dahi, menutupi alis mata, di atas kedua telinga dan bagian belakang kepala yg menonjol)
- Baca angka pada pertemuan dengan angka 0
- Catat hasil pengukuran
- Pengukuran dilakukan 2x



Berikut ini adalah beberapa link video tutorial pengukuran antropometri:

- Video pengenalan alat antropometri: <https://www.youtube.com/watch?v=IdzqeM2zuSI>
- Video pemasangan microtoise: <https://youtu.be/kpIqbd9HW5o>
- Video pengukuran menggunakan dacin dan infantometer: <https://www.youtube.com/watch?v=ABOH8c98ArY>
- Video pengukuran berat badan balita dengan timbangan digital: <https://youtu.be/QrnkgHkoi10>
- Video pengukuran tinggi badan balita dengan microtoise: <https://youtu.be/KM196F6G4Dk>

- Video pengukuran berat badan dan tinggi badan WUS: <https://youtu.be/dyhetdT8E18>
- Video pengukuran LILA : <https://www.youtube.com/watch?v=THnjUtZ6LJo>
- Video pengukuran lingkaran kepala: <https://www.youtube.com/watch?v=huK3110ymnU>

Tes Formatif

1. Salah satu langkah pada saat pengukuran tinggi badan anak yang harus dipastikan adalah posisi kepala sejajar dengan garis *frankfurt horizontal* membentuk sudut 90° . Bagaimanakah posisi kepala yang dimaksud?
 - A. Mata pengukur sejajar dengan garis merah pada microtoise
 - B. Posisi kepala anak menengadahkan dengan mata melihat vertikal ke atas
 - C. Mata anak menghadap ke bawah sehingga kepala sedikit menunduk
 - D. Pandangan anak ke depan dan kepala tidak menempel ke dinding
 - E. Kepala menempel pada tembok dengan pandangan mata lurus ke depan
2. Berdasarkan hasil pengukuran tinggi badan anak berusia 20 bulan diperoleh hasil 100 cm. Apabila pengukuran dilakukan dengan infantometer maka berapa panjang badan anak tersebut?
 - A. 93 cm
 - B. 99,3 cm
 - C. 100 cm
 - D. 100,7 cm
 - E. 107 cm
3. Seorang anak usia 17 bulan akan diukur panjang badannya. Akan tetapi, di posyandu tersebut tidak ada infantometer sehingga petugas posyandu menggunakan microtoise untuk mengukur tinggi badannya. Hasil pengukuran menunjukkan angka 64 cm. Berapakah panjang badan anak tersebut?
 - A. 63,3 cm
 - B. 64 cm
 - C. 64,3 cm
 - D. 64,7 cm
 - E. 65 cm

Untuk soal no 4-5

Ridho berusia 3 tahun sedang diukur lingkaran lengan atasnya (LILA) oleh petugas. Petugas melakukan pengukuran pada lengan kiri anak dan tidak tertutupi oleh baju. Petugas menggunakan pita LILA sesuai standar. Petugas meminta anak untuk berdiri tegak. Selanjutnya, diukur panjang

lengan atasnya dan ditentukan mediannya dengan menandai dengan pulpen/spidol. Petugas kemudian melingkarkan pita pada lengan atas anak. Hasil pengukuran menunjukkan angka 15 cm.

4. Manakah prosedur berikut ini yang perlu ditambahkan agar pengukurannya tepat?
 - A. Lengan yang diukur adalah bagian kanan karena yang dominan untuk beraktivitas
 - B. Siku tangan ditekuk membentuk sudut 90^0 untuk memastikan panjang lengan
 - C. Tidak perlu menandai titik tengah lengan atas anak
 - D. Petugas mengencangkan lingkaran pita agar semakin akurat hasil pengukuran Lila
 - E. Tidak perlu melepaskan lengan baju agar pengukurannya cepat dilakukan
5. Bagaimanakah status gizi Ridho?
 - A. Gizi baik
 - B. Gizi pendek
 - C. Gizi kurang
 - D. Gizi buruk
 - E. Gizi lebih

PERTEMUAN 5

PROSEDUR PENGUKURAN ANTROPOMETRI (lanjutan)

Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu	Capaian Pembelajaran
<ul style="list-style-type: none">• Kuliah interaktif• Diskusi• <i>Question based learning</i>• Praktikum	150 menit	<ul style="list-style-type: none">• Mahasiswa mampu menjelaskan berbagai prosedur pengukuran antropometri• Mahasiswa mampu melakukan prosedur pengukuran antropometri (Lingkar perut, tinggi lutut, panjang depa, tebal lemak bawah kulit)

5.5 Pengukuran Lingkar Perut

Prinsip

Lingkar perut menggambarkan adanya timbunan lemak di dalam rongga perut. Semakin panjang lingkar perut semakin banyak timbunan lemak di dalam rongga perut yang dapat memicu timbulnya penyakit jantung dan diabetes mellitus. Untuk pria dewasa Indonesia lingkar perut normal adalah 92.0 cm dan untuk wanita 80.0 cm. Obesitas dengan lingkar pinggang di atas 102 cm, menunjukkan banyak lemak menumpuk di abdominal. Lemak visceral yang menempel pada organ dalam di area abdominal berbahaya, karena lemak visceral berada dekat dengan liver lebih cenderung mengirim asam lemak bebas (*free fatty acid*) ke liver dan dapat untuk sintesis kolesterol. Hanya olahraga kardio yang efektif mengurangi jumlah lemak visceral, terutama pada laki-laki.

Alat yang dibutuhkan: pita ukur, metline

Prosedur pengukuran lingkar perut

5.6 Rasio Lingkar Pinggang Panggul (RLPP)

Prinsip

Banyaknya lemak dalam perut menunjukkan ada beberapa perubahan metabolisme termasuk daya tahan terhadap insulin dan meningkatnya produksi asam lemak bebas, dibanding dengan banyaknya lemak bawah kulit atau pada kaki dan tangan. Perubahan metabolisme ini memberikan gambaran tentang pemeriksaan penyakit yang berhubungan dengan perbedaan distribusi lemak tubuh. Untuk melihat hal tersebut, ukuran yang telah umum digunakan adalah rasio pinggang dengan pinggul. Pengukuran lingkar pinggang dan pinggul harus dilakukan oleh tenaga yang terlatih dan posisi pengukuran harus tepat. Perbedaan posisi pengukuran akan memberikan

hasil yang berbeda, rasio lingkaran pinggang dan pinggul untuk perempuan adalah 0,77 dan 0,90 untuk laki-laki.

Alat yang dibutuhkan: meteran, metline

Pengukuran Lingkaran Pinggang

1. Subjek menggunakan pakaian yang longgar (tidak menekan) sehingga alat ukur dapat diletakkan dengan sempurna. Sebaiknya pita pengukur tidak berada di atas pakaian yang digunakan.
2. Subjek berdiri tegak dengan perut dalam keadaan yang rileks.
3. Letakkan alat ukur melingkari pinggang secara horisontal, dimana merupakan bagian terkecil dari tubuh. Bagi subjek yang gemuk, dimana sukar menentukan bagian paling kecil, maka daerah yang diukur adalah antara tulang rusuk dan tonjolan iliaca. Seorang pembantu diperlukan untuk meletakkan alat ukur dengan tepat.
4. Lakukan pengukuran di akhir ekspresi yang normal dengan alat ukur tidak menekan kulit.
5. Bacalah hasil pengukuran pada pita hingga 0,1 cm terdekat.

Pengukuran Lingkaran Panggul

1. Subjek mengenakan pakaian yang tidak terlalu menekan.
2. Subjek berdiri tegak dengan kedua lengan berada pada sisi tubuh dan kaki rapat.
3. Pengukur jongkok di samping subjek sehingga tingkat maksimal dari panggul terlihat.
4. Lingkarkan alat pengukur secara horisontal tanpa menekan kulit. Seorang pembantu diperlukan untuk mengatur posisi alat ukur pada sisi lainnya.
6. Bacalah dengan teliti hasil pengukuran pada pita hingga 0,1 cm terdekat.

5.7 Pengukuran Tinggi Lutut

Prinsip

Ukuran tinggi lutut (*knee height*) berkorelasi dengan tinggi badan. Pengukuran tinggi lutut bertujuan untuk mengestimasi tinggi badan subjek yang tidak dapat berdiri dengan tegak, misalnya karena kelainan tulang belakang atau tidak dapat berdiri. Pengukuran tinggi lutut dilakukan pada klien yang sudah dewasa.

Alat yang dibutuhkan: *knee height caliper*

Prosedur pengukuran tinggi lutut

Tinggi duduk dapat diukur dengan dua cara yaitu:

6. Posisi duduk

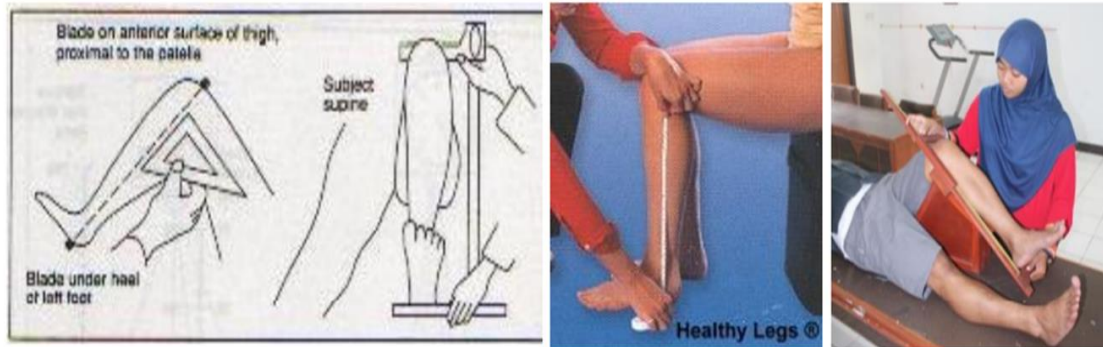
- Subjek duduk dengan salah satu kaki ditekuk hingga membentuk sudut 90° proximal hingga patella. Gunakan mistar siku-siku untuk menentukan sudut yang dibentuk.
- Letakkan alat ukur dengan dasar (titik 0) pada titik tengah lutut dan tarik hingga telapak kaki.
- Baca alat ukur hingga 0,1 cm terdekat.
- Catat angka hasil pengukuran



2. Posisi berbaring

- Subjek terlentang pada tempat tidur (usahakan posisi tempat tidur/kasur rata/horizontal)
- Tempatkan alat penyangga di antara lipatan paha dan betis kaki kiri membentuk siku (90°)
- Beri bantuan dengan bantal pada bagian pantat pasien jika alat penyangga terlalu tinggi.
- Telapak kaki pasien membentuk siku (sudut 90°)
- Pasang alat pengukur tepat pada telapak kaki bagian tumit dan lutut
- Baca angka (panjang lutut) pada alat secara seksama
- Catat angka hasil pengukuran





Rumus Estimasi Tinggi Badan Berdasarkan Tinggi Lutut

Rumus Chumlea (1991):

- ❑ Pria = $64.19 - (0.04 \times \text{Umur}) + (2.02 \times \text{TL})$ cm
- ❑ Wanita = $84.88 - (0.24 \times \text{Umur}) + (1.83 \times \text{TL})$ cm

Rumus Fatmah (2010):

- ❑ Laki-laki = $56,343 + 2,102$ tinggi lutut (cm)
- ❑ Wanita = $62,682 + 1,889$ tinggi lutut (cm)

5.8 Pengukuran Panjang Depa

Prinsip

Panjang depa merupakan ukuran untuk memprediksi tinggi badan bagi orang yang tidak bisa berdiri tegak, misal karena bungkuk atau ada kelainan tulang pada kaki. Panjang depa relatif stabil, sekalipun pada orang yang usia lanjut. Panjang depa dikrekomendasikan sebagai parameter prediksi tinggi badan tetapi tidak seluruh populasi memiliki hubungan 1:1 antara panjang depa dengan tinggi badan. Pengukuran panjang depa juga relatif mudah dilakukan, alat yang murah, prosedur pengukuran juga mudah sehingga dapat dilakukan di lapangan. Berbagai studi pada Ras Kaukasid dan Malaysia membuktikan ada hubungan yang kuat antara demispan dengan tinggi badan. Perbedaan panjang depa dengan tinggi badan menunjukkan adanya gangguan pertumbuhan tulang termasuk osteoporosis.

Alat yang digunakan: penggaris ukur, metline



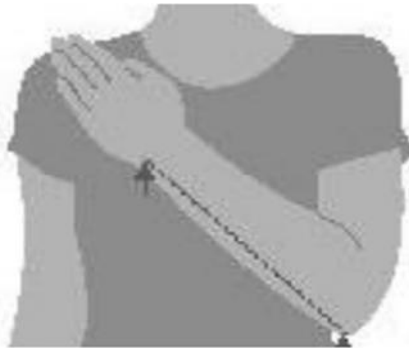
5.9 Panjang Ulna

Prinsip

Ulna merupakan salah satu tulang panjang pada anggota gerak atas yang memiliki rasio tertentu dengan tinggi badan dan tumbuh dengan proporsi yang konstan terhadap tinggi badan. Panjang ulna adalah jarak dari titik utama pada bagian siku (olecranon) hingga titik utama pada bagian tulang yang menonjol pada pergelangan tangan (styloid). Studi di India dan Inggris ditemukan bahwa panjang ulna berhubungan erat dengan tinggi badan.

Alat yang dibutuhkan: metline

Prosedur Pengukuran Panjang Ulna



Estimasi tinggi badan berdasarkan Panjang Ulna

M.P Putri dan Triyani (2013) berhasil mengembangkan formula atau pemodelan prediksi tinggi badan untuk pra lansia dan lansia berdasarkan panjang ulna. Panjang ulna dapat menjelaskan tinggi badan sebesar 86,4%

Rumus:

$$TB = 65,451 - 5,722 (JK) - 0,089 (U) + 3,854 (PU)$$

Note: TB = tinggi badan (cm)

JK = jenis kelamin (laki-laki =0; perempuan =1)

U = Usia (tahun)

5.10 Pengukuran Tebal Lemak Bawah Kulit

Prinsip

Jumlah lemak tubuh sangat bervariasi ditentukan oleh jenis kelamin dan umur. Kandungan lemak pada wanita cenderung lebih tinggi dari pada laki-laki. Lemak tubuh diukur melalui tebal lemak bawah kulit (TLBK) atau skinfold. Pengukuran skinfold umumnya digunakan pada anak umur remaja ke atas.

Alat yang dibutuhkan: skinfold caliper

Prosedur Pengukuran skinfold thickness

1. Pegang Skinfold Caliper dengan tangan kanan.
2. Untuk triceps, pengukuran dilakukan pada titik mid point sedangkan untuk subscapular, pengukur meraba scapula dan meencarinya ke arah bawah lateral sepanjang batas vertebrata sampai menentukan sudut bawah scapula.
3. Angkat lipatan kulit pada jarak kurang lebih 1 cm tegak lurus arah kulit pada pengukuran triceps (ibu jari dan jari telunjuk menghadap ke bawah) atau ke arah diagonal untuk pengukuran subscapular.
4. Jepit lipatan kulit tersebut dengan Caliper dan baca hasil pengukurannya dalam 4 detik penekanan kulit oleh Caliper dilepas.

Berikut ini adalah beberapa link video tutorial pengukuran antropometri:

- Video pengukuran tinggi lutut, panjang depa:
<https://www.youtube.com/watch?v=nEkyBz6OZBY>

Tes Formatif

Untuk soal no 1-5

Salah satu metode pengukuran antropometri komposisi tubuh adalah dengan menentukan persentase lemak tubuh melalui pengukuran tebal lipatan lemak bawah kulit (lemak subkutan). Terdapat 4 titik bagian yang umum digunakan untuk penentuan status gizi berdasarkan persentase lemak tubuh.

1. Apakah alat ukur yang dapat digunakan untuk metode tersebut?
 - A. Baby scale
 - B. Microtoise
 - C. Beam balance
 - D. Skinfold caliper
 - E. Knee height caliper

2. Berikut ini manakah bagian tubuh yang dimaksud?
 - A. Midaxillary, abdominal, subscapular, suprailliac
 - B. Biceps, triceps, midaxillary, abdominal
 - C. Biceps, triceps, subscapular, suprailliac
 - D. Biceps, triceps, calf, hip
 - E. Suprailliac, triceps, calf, hip
3. Dimanakah posisi pengukuran tebal lipatan lemak kulit triceps?
 - A. Lengan atas bagian depan
 - B. Lengan atas bagian belakang
 - C. Pada bagian punggung di bawah tulang belikat
 - D. Bagian perut dekat pusar
 - E. Di antara tulang rusuk terakhir dan tulang panggul
4. Dimanakah posisi pengukuran tebal lipatan lemak kulit subscapular?
 - A. Lengan atas bagian depan
 - B. Lengan atas bagian belakang
 - C. Pada bagian punggung di bawah tulang belikat
 - D. Bagian perut dekat pusar
 - E. Di antara tulang rusuk terakhir dan tulang panggul
5. Sumber kesalahan pengukuran tebal lipatan lemak bawah kulit dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Yang bukan termasuk faktor tersebut adalah
 - A. Keterampilan teknik pengukur
 - B. Faktor subjek yang diukur
 - C. Rumus yang digunakan untuk memperkirakan lemak tubuh
 - D. *Knee height caliper* yang digunakan
 - E. Keterampilan pengukur menentukan tempat pengukuran

Untuk soal no 6-8

6. Bapak Bayu merupakan lansia dengan usia 60 tahun akan diukur tinggi badannya, namun karena postur tubuhnya yang membungkuk, maka disarankan untuk menggunakan tinggi lutut. Hasil pengukuran tinggi lutut menunjukkan angka 50 cm. Hitunglah estimasi tinggi badan Bapak Bayu dengan rumus berikut (Chumlea & Guo, 1992):

$$TB = (1,91 \times \text{tinggi lutut}) - (0,17 \times \text{umur}) + 75,00$$
 - A. 160 cm
 - B. 160,3 cm
 - C. 164,3 cm
 - D. 165 cm
 - E. 165,3 cm
7. Selain menggunakan tinggi lutut, manakah ukuran tubuh yang dapat digunakan untuk pendekatan estimasi tinggi badan Bapak Bayu?

- A. Lingkar lengan atas
 - B. Berat badan
 - C. Triceps skinfold
 - D. Panjang Depa
 - E. Tinggi Paha
8. Berikut ini manakah prosedur pengukuran tinggi lutut yang tepat?
- A. Gunakan mistar siku-siku untuk menentukan sudut yang dibentuk antara proximal hingga patella
 - B. Objek berdiri dengan salah satu kaki ditekuk
 - C. Antara proximal hingga patella membentuk sudut 45°
 - D. Gunakan *skinfold caliper* untuk mengukur
 - E. Baca alat ukur hingga 0,5 cm terdekat

Untuk soal no 9-10

Seorang perempuan diukur lingkar pinggang dan pinggulnya. Hasil pengukuran menunjukkan angka 92 cm pada bagian pinggang dan 115 cm pada bagian pinggulnya.

9. Berapakah rasio lingkar pinggang dan pinggul wanita tersebut?
- A. 2,05
 - B. 1,40
 - C. 1,25
 - D. 0,80
 - E. 0,70
10. Apakah tujuan penentuan status gizi pada perempuan tersebut?
- A. Menentukan kematangan reproduksi wanita tersebut
 - B. Mendeteksi ada tidaknya risiko penyakit degeneratif
 - C. Memantau pertumbuhan liniernya
 - D. Mendeteksi ada tidaknya risiko kurang energi kronik
 - E. Memantau perkembangan motoriknya

PERTEMUAN 6

PENENTUAN STATUS GIZI BAYI DAN BALITA

Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu	Capaian Pembelajaran
<ul style="list-style-type: none"> • Kuliah interaktif • Diskusi • <i>Question based learning</i> 	150 menit	Mahasiswa mampu mengevaluasi status gizi berdasarkan pengukuran antropometri pada bayi dan balita

Umur merupakan faktor penting dalam menentukan status gizi sehingga jika terjadi kesalahan dalam penentuan umur maka akan menyebabkan kesalahan interpretasi status gizi (Supariasa et al., 2022).

Berikut ini adalah langkah-langkah menghitung umur:

1. Baris 1, Tuliskan tanggal kunjungan (tgl – bln (dlm angka) – tahun)
2. Baris 2, tuliskan tanggal lahirnya (tgl – bln (dlm angka) – tahun)
3. Baris 3, kurangkan baris 1 dengan baris 2

Waktu	Tanggal (hari)	Bulan	Tahun
Tgl pengukuran	Tanggal	Bulan	Tahun
Tanggal lahir anak	Tanggal	Bulan	Tahun
Selisih	___ hari	___ bulan	___ tahun (___ bulan)

Contoh 1: Ibu Fitri membawa anak perempuannya yang bernama Kia ke posyandu tanggal 28 Desember 2016. Kia lahir tanggal 5 Juli 2015. Berapakah umur Kia saat ini?

Jawab: Umur Kia = 12 + 5 + 0 = 17 bulan
Kelebihan 23 hari tidak dihitung

Waktu	Tanggal (hari)	Bulan	Tahun
Tgl pengukuran	28	12	2016
Tanggal lahir anak	5	7	2015
Selisih	23 hari = 0 bulan	5 bulan	1 thn = 12 bulan

Contoh 2: Ibu Fitri membawa anak laki-laknya yang bernama Adzka ke Posyandu tanggal 20 Februari 2017. Adzka lahir tanggal 11 September 2014. Berapa umur Adzka sekarang?

Jawab: Umur Adzka = 36 - 7 + 0 = 29 bulan
Kelebihan 9 hari tidak dihitung

Waktu	Tanggal (hari)	Bulan	Tahun
Tgl pengukuran	20	2	2017
Tanggal lahir anak	11	9	2014
Selisih	9 hari = 0 bulan	- 7 bln	3 thn = 36 bulan

Contoh 3: Ibu Anna membawa anak perempuannya yang bernama Salwa ke Posyandu tanggal 10 Agustus 2016. Salwa lahir tanggal 25 Desember 2014. Berapa umur Salwa sekarang?

Jawab:

Waktu	Tanggal (hari)	Bulan	Tahun
Tgl pengukuran	10	8	2016
Tanggal lahir anak	25	12	2014
Selisih	- 15 hari = - 1 bulan	- 4 bulan	2 tahun = 24 bulan

Jika hitungan hari adalah minus (-), maka dikurangi 1 bulan.

$$\text{Umur} = - 1 \text{ bln} - 4 \text{ bln} + 24 \text{ bln} = 19 \text{ bulan atau}$$

$$24 \text{ bulan} - 4 \text{ bulan} - 1 \text{ bulan} = 19 \text{ bulan.}$$

Berikut ini adalah indeks antropometri yang sering digunakan menilai status gizi anak.

Indeks BB/U

- BB menggambarkan massa tubuh (otot, lemak, mineral, air).
- BB merupakan ukuran antropometri yang sangat labil, karena massa tubuh sensitif terhadap perubahan keadaan mendadak (sakit, kurang nafsu makan, atau berkurangnya konsumsi makanan).
- Dengan sifat labil, indeks BB/U menggambarkan status gizi pada masa kini.
- Indeks ini dapat mendeteksi underweight dan overweight.

Kelebihan indeks BB/U yaitu:

1. Mudah dan cepat dimengerti masyarakat umum.
2. Sensitif melihat perubahan status gizi jangka pendek.
3. Dapat mendeteksi kelebihan berat badan (*overweight*).
4. Pengukuran objektif, pengulangan memberikan hasil relatif sama.
5. Alat mudah dibawa dan relatif murah.

6. Pengukuran mudah dilakukan dan teliti.
7. Pengukuran tidak makan waktu banyak

Kekurangan indeks BB/U yaitu:

1. Kekeliruan interpretasi bila ada oedema atau asites.
2. Perlu data umur yang akurat.
3. Sering kesalahan pengukuran akibat pengaruh pakaian dan gerakan anak saat ditimbang.
4. Secara operasional sering terjadi hambatan karena masalah sosial budaya setempat. Contoh tidak mau ditimbang karena merasa anak dianggap sebagai barang dagangan

Indeks TB/U atau PB/U

- TB menggambarkan keadaan pertumbuhan skeletal.
- Keadaan normal : TB tumbuh bersamaan dengan penambahan umur.
- Pertumbuhan TB, tidak seperti BB, relatif kurang sensitif terhadap defisiensi gizi dalam jangka pendek.
- Indeks ini menggambarkan keadaan pendek/stunting.

Kelebihan Indeks TB/U atau PB/U

1. Indikator yang baik untuk mengetahui kurang gizi masa lampau.
2. Alat mudah dibawa ke lapangan dan dapat dibuat secara lokal.
3. Jarang orangtua keberatan diukur anaknya.
4. Pengukuran objektif.

Kekurangan Indeks TB/U atau PB/U

1. Dalam menilai intervensi harus disertai indeks lain (spt BB/U), karena perubahan TB tidak banyak terjadi dalam waktu singkat.
2. Membutuhkan beberapa teknik pengukuran seperti: alat ukur PB untuk anak < 2 tahun, dan alat ukur TB untuk anak >2 tahun.
3. Hasil ukur yang teliti sulit diperoleh oleh tenaga kurang terlatih, seperti kader atau petugas yang belum berpengalaman.
4. Memerlukan tenaga 2 orang atau lebih untuk mengukur panjang badan.
5. Ketepatan umur sulit didapatkan

Indeks BB/TB

- BB mempunyai hubungan linear dengan TB. Pada keadaan normal: perkembangan BB searah dengan pertambahan TB dengan kecepatan tertentu.
- Indeks ini menggambarkan status gizi masa kini, baik digunakan apabila data umur tidak diketahui.
- Karena indeks ini menggambarkan proporsi BB relatif terhadap TB, maka indeks ini merupakan indikator kekurusan (wasting).

Kelebihan Indeks BB/TB yaitu:

1. Hampir bebas terhadap pengaruh umur dan ras.
2. Dapat membedakan anak: kurus, gemuk, marasmus atau bentuk KEP lainnya.

Kekurangan Indeks BB/TB yaitu:

1. Tidak dapat memberi gambaran apakah anak tersebut pendek, cukup tinggi badan atau kelebihan TB, karena faktor umur tidak diperhatikan.
2. Dalam praktek sering dialami kesulitan ketika mengukur panjang badan anak baduta atau TB anak balita.
3. Butuh dua macam alat ukur
4. Butuh dua orang pengukur
5. Waktu pengukuran relatif lebih lama
6. Sering terjadi kesalahan membaca angka hasil pengukuran, terutama bila dilakukan oleh tenaga non-profesional.

Indeks LILA

- Menggambarkan keadaan jaringan otot dan lapisan lemak di bawah kulit.
- Hanya sensitif menilai keadaan gizi anak balita (selain WUS dan ibu hamil).
- Indeks ini sangat labil, beberapa peneliti mengklaim kemampuan mendeteksi anak KEP dengan LILA memiliki reliabilitas yang sama dengan BB/U.
- Menggambarkan keadaan gizi masa kini.
- Karena perkembangannya tidak banyak berbeda antar jenis kelamin pada balita, maka tidak dibedakan menurut umur dan jenis kelamin.

Kriteria penggolongan status gizi anak balita berdasarkan LILA:

- Gizi baik, bila LILA > 13,5 cm
- Gizi kurang, bila LILA antara 12,5 - 13,5 cm
- Gizi buruk, bila LILA < 12,5 cm

Kelebihan dan kekurangan indeks LILA

Kelebihan	Kekurangan
Mudah dan praktis, apalagi untuk sampel besar.	Tidak dapat memberi gambaran pertumbuhan gizi secara tepat.
Sangat menguntungkan untuk screening gizi dan penilaian status gizi	Dari segi operasional sering mengalami kesulitan pengukuran, terutama bila anak takut dan tegang

Tes Formatif

- Parameter antropometri apakah yang dapat digunakan untuk mendeteksi KEP kronik pada dua tahun pertama kehidupan?
 - Lingkar lengan atas
 - Lingkar dada
 - Lingkar kepala
 - Panjang badan
 - Berat badan
- Perbedaan penggunaan istilah panjang badan dan tinggi badan yang tepat adalah
 - Panjang badan digunakan untuk mengukur anak yang kurang dari 1 tahun
 - Tinggi badan digunakan untuk mengukur anak yang lebih dari 1 tahun
 - Panjang badan digunakan untuk mengukur anak yang kurang dari 2 tahun
 - Panjang badan digunakan untuk mengukur anak yang lebih dari 2 tahun
 - Tinggi badan digunakan jika anak belum dapat berdiri tegak

Untuk soal nomor 3-4

Fauzan saat ini berusia 11 bulan. Dia memiliki berat badan 5 kg.

Berat Badan (Kg)							
11 bulan	-3 SD	-2 SD	-1 SD	Median	+1 SD	+2 SD	+3 SD
	6,8	7,6	8,4	9,4	10,5	11,7	13

- Berapakah nilai z-score Fauzan berdasarkan indeks BB/U?
 - 4 SD
 - 4,4 SD
 - + 4 SD
 - + 4,4 SD
 - +4,5 SD
- Berdasarkan hasil perhitungan z-score tersebut bagaimanakah status gizi Fauzan?
 - Berat badan sangat kurang
 - Berat badan kurang
 - Berat badan normal

- D. Risiko berat badan lebih
- E. Berat badan obesitas

Untuk soal nomor 5-6

Abdul saat ini berusia 11 bulan. Dia memiliki panjang badan 68 cm.

Tinggi/Panjang Badan (cm)							
11 bulan	-3 SD	-2 SD	-1 SD	Median	+1 SD	+2 SD	+3 SD
	67,6	69,9	72,2	74,5	76,9	79,2	81,5

5. Berapakah nilai z-score Abdul berdasarkan indeks TB/U atau PB/U?
 - A. -2,72 SD
 - B. -2,82 SD
 - C. +2,72 SD
 - D. +2,82 SD
 - E. + 3 SD

6. Berdasarkan hasil perhitungan z-score tersebut bagaimanakah status gizi Abdul?
 - A. Sangat pendek
 - B. Pendek
 - C. Normal
 - D. Tinggi
 - E. Kurus

Untuk soal nomor 7-8

Rudi saat ini berusia 11 bulan. Dia memiliki panjang badan 68 cm dan berat badan 5 kg.

Berat Badan (kg)							
Tinggi Badan (cm)	-3 SD	-2 SD	-1 SD	Median	+1 SD	+2 SD	+3 SD
	6,3	6,8	7,3	8,0	8,7	9,4	10,3

7. Berapakah nilai z-score Rudi berdasarkan indeks BB/TB?
 - A. -4,1 SD
 - B. -4,3 SD
 - C. -4,4 SD
 - D. +4,3 SD
 - E. +4,4 SD

8. Berdasarkan hasil perhitungan z-score tersebut bagaimanakah status gizi Rudi?
 - A. Gizi Buruk
 - B. Gizi Kurang

- C. Gizi Baik
 - D. Risiko Gizi Lebih
 - E. Obesitas
9. Yang bukan merupakan alat ukur tinggi/panjang badan adalah
- A. Microtoise
 - B. Stadiometer
 - C. Infantometer
 - D. Detecto
 - E. Caliper
10. Berikut ini yang termasuk alat ukur berat badan bayi adalah ...
- A. Microtoise
 - B. Dacin
 - C. Infantometer
 - D. knee height
 - E. Caliper

PERTEMUAN 7

PENENTUAN STATUS GIZI PADA REMAJA, DEWASA, LANSIA, DAN KONDISI KHUSUS LAINNYA

Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu	Capaian Pembelajaran
<ul style="list-style-type: none"> • Kuliah interaktif • Diskusi • <i>Question based learning</i> 	150 menit	Mahasiswa mampu mengevaluasi status gizi berdasarkan pengukuran antropometri pada usia remaja, dewasa, lansia dan kondisi khusus lainnya

Penilaian status gizi khususnya metoda antropometri berbeda menurut kelompok umur.

Berikut ini adalah pengelompokan umur menurut Kemenkes dan WHO

Menurut Depkes RI (2009)	Menurut WHO
Usia pertengahan (middle age) 45-59 thn	Usia pertengahan (middle age) 45-59 thn
Lanjut usia (elderly) 60 -74 thn	Lanjut usia (elderly) 60 -74 thn
lanjut usia tua (old) 75 – 90 thn	lanjut usia tua (old) 75 – 90 thn
Usia sangat tua (very old) di atas 90 thn	Usia sangat tua (very old) di atas 90 thn
Pengelompokan umur menurut WHO	
Usia pertengahan (middle age) 45-59 thn	
Lanjut usia (elderly) 60 -74 thn	
lanjut usia tua (old) 75 – 90 thn	

Indeks Massa Tubuh (IMT)

- Merupakan indeks sederhana dari berat badan terhadap tinggi badan untuk mengklasifikasikan kelebihan berat badan dan obesitas pada orang dewasa.
- IMT merupakan cara yang sederhana untuk memantau status gizi orang dewasa (usia 18 tahun ke atas)
- IMT tidak dapat diterapkan pada kelompok umur yang masih tumbuh yaitu bayi, anak, remaja, dan kelompok khusus seperti ibu hamil yang mengalami penambahan berat badan ketika hamil dan olahragawan yang sebagian besar terdiri dari otot. Juga tidak dapat diterapkan pada keadaan khusus (penyakit) seperti oedema, asites dan hepatomegali.
- Rumus perhitungan IMT adalah sebagai berikut:

$$IMT = \frac{\text{Berat Badan (kg)}}{[\text{Tinggi Badan (m)}]^2}$$



- IMT tinggi berhubungan dengan penyakit kandung kemih dan meningkatnya trigliserida (Bray, 1992; Abernethy, 1996 dalam E.Indriati, 2010)
- IMT rendah kurang dari 20,0 kg/m² berhubungan dengan penyakit pencernaan dan paru-paru.
- Risiko terendah penyakit jantung koroner adalah IMT 23 kg/m² (Waalder, 1983; Abernethy, 1996 dalam E.Indriati, 2010)

Lingkar Perut (LP)

- LP menggambarkan adanya timbunan lemak di dalam rongga perut.
- Semakin panjang LP semakin banyak timbunan lemak di dalam rongga perut yang dapat memicu timbulnya penyakit jantung dan diabetes mellitus.
- Untuk pria dewasa Indonesia LP normal adalah 92.0 cm dan untuk wanita 80.0 cm.
- Obesitas dengan lingkar pinggang di atas 102 cm, menunjukkan banyak lemak menumpuk di abdominal.
- Lemak visceral yang menempel pada organ dalam di area abdominal berbahaya, Karena lemak visceral berada dekat dengan liver lebih cenderung mengirim asam lemak bebas (free fatty acid) ke liver dan dapat untuk sintesis kolesterol
- Hanya olahraga kardio efektif mengurangi jumlah lemak visceral, terutama pada laki-laki

Lingkar Pinggang

Parameter	Jenis Kelamin			
	Pria		Wanita	
	Risiko Meningkat	Risiko sangat meningkat	Risiko Meningkat	Risiko sangat meningkat
Lingkar pinggang	> 94,0 cm	> 102,0 cm	> 80,0 cm	> 88,0 cm

Rasio Lingkar Pinggang dan Panggul (RLPP)

- Banyaknya lemak dalam perut menunjukkan ada beberapa perubahan metabolisme, termasuk terhadap insulin dan meningkatnya produksi asam lemak bebas, dibanding dengan banyaknya lemak bawah kulit pada kaki dan tangan.
- Perubahan metabolisme memberikan gambaran tentang pemeriksaan penyakit yang berhubungan dengan perbedaan distribusi lemak tubuh.
- Ukuran yang sering digunakan adalah RLPP.
- Pengukuran lingkar pinggang dan panggul harus dilakukan oleh tenaga terlatih dan posisi pengukuran harus tepat karena perbedaan posisi pengukuran memberikan hasil yang berbeda.

Menurut	Jenis Kelamin			
	Pria		Wanita	
	Aman	Risiko	Aman	Risiko
Bray,1990	<0.95	≥0,95	<0.80	≥0,80
Bjontrop	<1,0	≥1,0	<0.95	≥0,95

contoh seorang pria dengan lingkar pinggang 90,0 cm dan lingkar pinggul 87,0 cm, maka RLPP $90,0 : 87,0 = 1,034$. Pria tersebut berisiko menderita sindrome metabolik seperti hipertensi, diabetes mellitus, dan jantung koroner

Tebal Lemak Bawah Kulit

- Jumlah lemak tubuh sangat bervariasi ditentukan oleh jenis kelamin dan umur.
- Kandungan lemak pada wanita cenderung lebih tinggi dari pada laki-laki
- Lemak tubuh diukur melalui tebal lemak bawah kulit (TLBK) atau skinfold.
- Pengukuran skinfold umumnya digunakan pada anak umur remaja ke atas

Alasan menggunakan skinfold

1. Skinfold adalah pengukuran yang baik untuk mengukur lemak bawah kulit
2. Distribusi lemak di bawah kulit sama untuk semua individu termasuk jenis kelamin
3. Ada hubungan antara lemak bawah kulit dan total lemak tubuh
4. Jumlah dari beberapa pengukuran skinfold dapat digunakan untuk memperkirakan total lemak tubuh

Standar tempat pengukuran skinfold menurut Heyward Vivian H & Stolarczyk L.M. (1996):

1. dada (chest),
2. subskapula (subscapular),
3. midaxi-laris (midaxillary),
4. suprailiak (suprarailiac),
5. perut (abdominal),
6. trisep (triceps),
7. bisep (biceps),
8. paha (thigh),
9. betis (calf)

Rumus estimasi luas otot lengan

$$cAMA = \frac{[C1 - (J \times (TSK))]^2}{4 J} - 6,5 ; \text{ untuk wanita}$$

$$cAMA = \frac{[C1 - (J \times (TSK))]^2}{4 J} - 10,0 ; \text{ untuk laki-laki}$$

Dimana :

cAMA = luas otot lengan atas terkoreksi

C1 = lingkar lengan atas, LILA (cm)

TSK = tebal lipatan kulit triceps (cm)

J = 3,1416

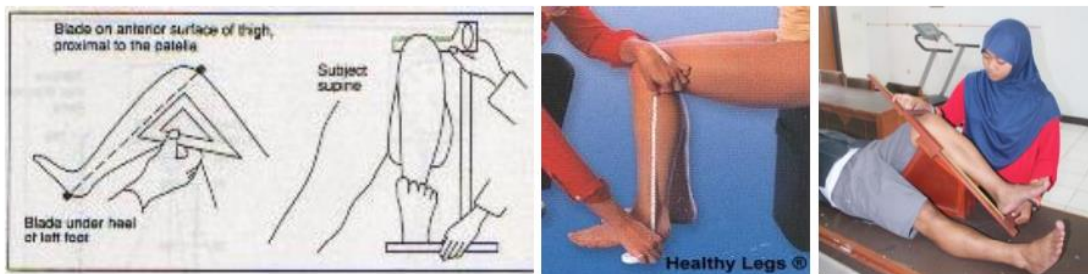
Persentase Lemak Tubuh

Jenis Kelamin	Usia (Tahun)	Status			
		Di bawah Standar	Normal	Kelebihan Berat Badan	Obesitas
Wanita	20-40	<21,0%	21,0-33,0%	33,0-39,0%	>39,0%
	41-60	<23,0%	23,0-35,0%	35,0-40,0%	>40,0%
	61-79	<24,0%	24,0-36,0%	36,0-42,0%	>42,0%
Pria	20-40	<8,0%	8,0-19,0%	19,0-25,0%	>25,0%
	41-60	<11,0%	11,0-22,0%	22,0-27,0%	>27,0%
	61-79	<13,0%	22,0-25,0%	25,0-30,0%	>30,0%

- Kurangnya aktivitas fisik berhubungan erat dengan sindrom metabolik
- Sindrom metabolic → sebagai seluruh kelompok abnormalitas metabolic berhubungan dengan insulin
- Jika seseorang memiliki 3 dari 5 gejala berikut ini → berhubungan dengan obesitas dan risiko meningkatnya sindrom metabolic pada orang dewasa (laki-laki dan perempuan):
 - 1). Tekanan darah 130 mm Hg;
 - 2). Serum trigliserida > 150 mg;
 - 3). HDL kolesterol < 40 mg;
 - 4). Glukosa puasa > 110 mg/dL;
 - 5). Adiposity sentral (lingkar pinggang) 102 cm atau lebih.

Tinggi Lutut

- Pada lansia digunakan tinggi lutut karena pada lansia terjadi penurunan masa tulang, bungkuk sehingga sukar untuk mendapatkan data tinggi badan akurat



Estimasi Tinggi Badan Berdasarkan Tinggi Lutut

a. Rumus Fatmah (2010):

- Laki-laki = $56,343 + 2,102$ tinggi lutut (cm)
- Wanita = $62,682 + 1,889$ tinggi lutut (cm)

b. Rumus Chumlea (1991):

- Pria = $64.19 - (0.04 \times \text{Umur}) + (2.02 \times \text{TL})$ cm
- Wanita = $84.88 - (0.24 \times \text{Umur}) + (1.83 \times \text{TL})$ cm

Selanjutnya jika sudah diperoleh data tinggi badan maka dapat digunakan untuk menghitung indeks massa tubuh atau IMT.

Panjang Depa atau Rentang Lengan

- merupakan jarak antara titik tengah tulang sternum dengan pangkal jari tengah
- Berbagai studi pada Ras Kaukasid dan Malaysia membuktikan ada hubungan yang kuat antara demispans dengan tinggi badan
- Panjang depa (armspan) adalah ukuran panjang seseorang bila kedua lengannya dibentangkan ke kiri dan ke kanan.
- Panjang depa dilakukan pada orang dewasa. Panjang depa identik dengan tinggi badan orang yang diukur.
- Perbedaan panjang depa dengan tinggi badan menunjukkan adanya gangguan pertumbuhan tulang termasuk osteoporosis.

Rumus estimasi tinggi badan berdasarkan rentang lengan

a. Rumus estimasi TB:

- Pria = $118,24 + (0,28 \times \text{RL}) - 0,07 \times \text{U}$
- Wanita = $63,18 + (0,63 \times \text{RL}) - 0,17 \times \text{U}$

Note: Umur dalam tahun, RL dalam cm

b. Rumus Fatmah (2010):

- Laki-laki = $23,247 + 0,826$ panjang depa
- Perempuan = $28,312 + 0,784$ panjang depa

Note: Panjang depa dalam cm

Selanjutnya jika sudah diperoleh data tinggi badan maka dapat digunakan untuk menghitung indeks massa tubuh atau IMT.

Panjang Ulna

- Ulna merupakan salah satu tulang panjang pada anggota gerak atas yang memiliki rasio tertentu dengan tinggi badan dan tumbuh dengan proporsi yang konstan terhadap tinggi badan
- Panjang ulna adalah jarak dari titik utama pada bagian siku (olecranon) hingga titik utama pada bagian tulang yang menonjol pada pergelangan tangan (styloid).
- Studi di India dan Inggris ditemukan bahwa panjang ulna berhubungan erat dengan tinggi badan.



Estimasi tinggi badan berdasarkan Panjang Ulna

- M.P Putri dan Triyani (2013) berhasil mengembangkan formula atau pemodelan prediksi tinggi badan untuk pralansia dan lansia berdasarkan panjang ulna
- Panjang ulna dapat menjelaskan tinggi badan sebesar 86,4%

Rumus estimasi tinggi badan berdasarkan panjang ulna:

$$TB = 65,451 - 5,722 (JK) - 0,089 (U) + 3,854 (PU)$$

Note: TB = tinggi badan (cm)

JK = jenis kelamin (laki-laki =0; perempuan =1)

U = Usia (tahun)

Tes Formatif

Untuk soal no 1-3

Bapak Bayu merupakan lansia dengan usia 60 tahun akan diukur tinggi badannya, namun karena postur tubuhnya yang membungkuk, maka disarankan untuk menggunakan tinggi lutut. Hasil pengukuran tinggi lutut menunjukkan angka 50 cm.

1. Hitunglah estimasi tinggi badan Bapak Bayu dengan rumus berikut (Chumlea & Guo, 1992): $TB = (1,91 \times \text{tinggi lutut}) - (0,17 \times \text{umur}) + 75,00$
 - A. 160 cm
 - B. 160,3 cm
 - C. 164,3 cm
 - D. 165 cm
 - E. 165,3 cm
2. Selain menggunakan tinggi lutut, manakah ukuran tubuh yang dapat digunakan untuk pendekatan estimasi tinggi badan Bapak Bayu?
 - A. Lingkar lengan atas
 - B. Berat badan
 - C. Triceps skinfold
 - D. Panjang depa
 - E. Tinggi pada
3. Berikut ini manakah prosedur pengukuran tinggi lutut yang tepat?
 - A. Gunakan mistar siku-siku untuk menentukan sudut yang dibentuk antara proximal hingga patella
 - B. Objek berdiri dengan salah satu kaki ditekuk
 - C. Antara proximal hingga patella membentuk sudut 45°
 - D. Gunakan *skinfold caliper* untuk mengukur
 - E. Baca alat ukur hingga 0,5 cm terdekat

Untuk soal no 4-5

Seorang perempuan diukur lingkar pinggang dan pinggulnya. Hasil pengukuran menunjukkan angka 92 cm pada bagian pinggang dan 115 cm pada bagian pinggulnya

4. Berapakah rasio lingkar pinggang dan pinggul wanita tersebut?
 - A. 2,05
 - B. 1,40
 - C. 1,25
 - D. 0,80
 - E. 0,70
5. Apakah tujuan penentuan status gizi pada perempuan tersebut?
 - A. Menentukan kematangan reproduksi wanita tersebut
 - B. Mendeteksi ada tidaknya risiko penyakit degeneratif
 - C. Memantau pertumbuhan liniernya
 - D. Mendeteksi ada tidaknya risiko kurang energi kronik
 - E. Memantau perkembangan motoriknya

PERTEMUAN 8

PENGUKURAN BIOKIMIA

Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu	Capaian Pembelajaran
<ul style="list-style-type: none"> • Kuliah interaktif • Diskusi • <i>Question based learning</i> 	150 menit	Mahasiswa mampu menjelaskan konsep, kelebihan dan kekurangan serta indikator pengukuran biokimia

Konsep Pengukuran Biokimia

- Pemeriksaan yang bersifat langsung menentukan status gizi seseorang
- Cara yang paling objektif dibandingkan metode PSG lain
- Bersifat kuantitatif
- Mendeteksi kelainan status gizi jauh sebelum terjadi perubahan dalam nilai antropometri dan gejala ataupun tanda-tanda kelainan klinik

Skema Umum Fase Defisiensi Zat Gizi

Tahap perubahan	Metode
Ketidakcukupan diet	Survei konsumsi
Berkurangnya cadangan dalam simpanan jaringan	Biokimia
Berkurangnya cadangan dalam cairan tubuh	Biokimia
Berkurangnya fungsi pada jaringan	Antropometri/Biokimia
Berkurangnya aktivitas dari enzim-enzim	Biokimia
Perubahan fungsional	Fisiologis
Tanda atau gejala klinis	Klinis
Perubahan anatomis	Klinis

Jenis Pengukuran Biokimia

2. Pengukuran statis

- pengukuran dari konsentrasi zat gizi spesifik (zat gizi tersebut, metabolitnya atau produk dari zat gizi tersebut) dalam spesimen
- Misal: cairan biologis (darah, urin, saliva, ASI) atau sampel biologis lain (rambut, kuku, hepar, otot, lemak atau tulang)
- Contoh: pengukuran vit A, albumin atau Ca di dalam serum

2. Pengukuran fungsional

- Pengujian terhadap peranan fisiologis dari zat gizi spesifik pada proses atau reaksi metabolisme khusus
- Meliputi produk metabolisme abnormal, tes in vitro, tes toleransi, respon in vivo, fungsi pertumbuhan dan kognitif
- Contoh: tes adaptasi gelap untuk menilai status Vit A

Kelebihan pengukuran biokimia antara lain (Par'i, 2020; Supariasa, 2022):

1. Dapat mendeteksi defisiensi zat gizi lebih dini
2. Hasil pemeriksaan biokimia lebih objektif karena menggunakan peralatan dan prosedur terstandar yang dilakukan oleh tenaga ahli.
3. Dapat mengukur tingkat zat gizi secara tepat meski dalam jumlah kecil sekalipun sehingga dapat dipastikan apakah kadar zat gizi seseorang cukup atau tidak
4. Dapat menunjang hasil pemeriksaan metode PSG yang lain

Kekurangan pengukuran biokimia antara lain (Par'i, 2020; Supariasa, 2022):

1. Pemeriksaan ini hanya dapat dilakukan setelah timbulnya gangguan metabolisme zat gizi
2. Butuh biaya yang cukup mahal dan mudah pecah sehingga sulit dibawa ke tempat yang jauh
3. Dalam melakukan pemeriksaan diperlukan tenaga yang ahli
4. Kurang praktis dilakukan di lapangan.
5. Pada pemeriksaan tertentu, spesimen sulit untuk diperoleh, misal penderita tidak bersedia diambil darahnya.
6. Butuh peralatan dan bahan yang lebih banyak dibandingkan pemeriksaan lain
7. Belum ada keseragaman dalam memilih referensi & belum dikelompokkan rinci berdasarkan kelompok umur
8. Keterbatasan laboratorium

Faktor perancu dalam pengukuran biokimia

- Metode yang dipilih
- Sampling: kontaminasi, lysis, waktu, penanganan
- Subyek: usia, jenis kelamin, suku, status fisiologi, status hormonal, penggunaan suplemen, genetik, aktivitas fisik, lingkungan, asupan diet sekarang
- Kondisi kesehatan: penyakit, infeksi, inflamasi, stress, pengobatan, fase katabolis
- Biologis: regulasi homeostasis, variasi waktu, interaksi zat gizi

Tes Formatif

1. Berikut ini yang termasuk pengukuran statis pada metode biokimia adalah
 - A. Pengujian terhadap peranan fisiologis dari zat gizi spesifik pada reaksi metabolisme khusus
 - B. Pengukuran pada cairan biologis
 - C. Pengukuran fungsi pertumbuhan
 - D. Tes in vitro
 - E. Tes toleransi
2. Di bawah ini tidak termasuk kekurangan pengukuran biokimia adalah
 - A. Biaya cukup mahal
 - B. Perlu tenaga ahli
 - C. Spesimen terkadang sulit diperoleh
 - D. Pengukuran lebih objektif
 - E. Kurang praktis di lapangan
3. Dibawah ini merupakan kelebihan pengukuran biokimia, kecuali

 - A. Objektif
 - B. Valid
 - C. Deteksi defisiensi zat gizi lebih dini
 - D. Dalam melakukan pemeriksaan diperlukan tenaga yang ahli
 - E. menunjang hasil pemeriksaan metode PSG yang lain

4. Tes adaptasi gelap untuk mengetahui status vitamin A merupakan jenis pengukuran biokimia
 - A. Statis
 - B. Fungsional
 - C. Uji biokimia
 - D. Ekskresi urin
 - E. Pengambilan darah
5. Ibu Ida ingin mengetahui apakah dia menderita anemia atau tidak di kehamilannya yang pertama ini. Oleh karena itu, dia menemui dokter di puskesmas untuk melakukan pengecekan kadar Hb. Spesimen apakah yang digunakan pada pengukuran tersebut?
 - A. Urin
 - B. Darah
 - C. Feses
 - D. Rambut
 - E. Kuku

PERTEMUAN 9

PENGUKURAN BIAKIMIA ZAT GIZI MAKRO

Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu	Capaian Pembelajaran
<ul style="list-style-type: none"> • Kuliah interaktif • Diskusi • <i>Question based learning</i> 	150 menit	Mahasiswa mampu membandingkan berbagai data hasil pengukuran biokimia zat gizi makro dengan standar pembandingan yang sesuai

A. Pengukuran Status Lemak

Lemak tubuh merupakan zat yang berfungsi sebagai cadangan energi. Lemak disimpan di bawah kulit dan sebagian ada di dalam aliran darah. Kelebihan lemak dapat menimbulkan penyakit degeneratif seperti hipertensi, jantung, stroke, dan diabetes mellitus (Par'i, 2020).

Dislipidemia merupakan kelainan metabolisme lemak yang ditandai dengan peningkatan/penurunan lipid dalam plasma. Dislipidemia merupakan predisposisi terjadinya aterosklerosis atau penyumbatan pada arteri yang mengakibatkan penyakit kardiovaskular (jantung koroner dan stroke) (Par'i, 2020).

Kelainan lemak yang sering digunakan sebagai tanda utama risiko penyakit degeneratif adalah kenaikan (trigliserida, kolesterol total, LDL) dan penurunan HDL (Par'i, 2020).

Berikut ini adalah kadar normal lemak tubuh (Par'i, 2020):

- Trigliserida : 40-155 mg/dl
- Kolesterol: <200 mg/dl
- HDL: >60 mg/dl
- LDL: <130 mg/dl

B. Pengukuran Status Protein

Pemeriksaan Biokimia Status Protein

- Seorang laki-laki dewasa dengan berat 70 kg memiliki 10-13 kg protein, sebagian besar ada di otot (30-50%) (Par'i, 2020)
- Tidak ada simpanan protein dalam tubuh yang tidak diperlukan
- Kekurangan asupan makanan jangka panjang atau pasien dengan penyakit kronis dapat menyebabkan kehilangan masa otot
- Status protein
 - Jangka pendek: kehilangan protein visceral
 - Jangka panjang: kehilangan protein somatis

Komponen Utama Protein Tubuh

- ***protein somatic = otot skeletal***
 - 30-50% dari total protein tubuh
 - Indikator untuk defisiensi jangka panjang
- ***Jaringan ikat ekstrasel***
 - Terdiri dari struktur protein non-selular dari tulang rawan, fibrosa, jaringan rangka
- ***Protein visceral***
 - jaringan organ yang solid seperti liver, ginjal, pancreas, jantung dan serum protein, eritrosit, granulosit dan limfosit
 - Indikator untuk defisiensi jangka pendek

Pemeriksaan Status Protein

Protein merupakan komponen tubuh yang penting. Tubuh akan kehilangan elemen struktur dan akan mempengaruhi fungsinya. Munculnya tanda & gejala dari defisiensi protein akan berbeda-beda. Protein terdiri dari karbon, hydrogen dan nitrogen yang akan dipengaruhi oleh asupan energi dan nitrogen yang tidak adekuat. Dasar pengukuran biokimia protein adalah perubahan total nitrogen tubuh dan dilakukan dengan protein yang tersedia secara metabolis.

Pemeriksaan Status Protein Somatis

No	Metode	Keterangan
1	Ekskresi kreatinin pada urin	<ul style="list-style-type: none">• Sampel: urin 24 jam• Indeks dari masa otot• 1 gr kreatinin → 18-20 gr FFM• Asumsi : 98% kreatinin ada di otot rangka dengan diet bebas kreatinin
2	Ekskresi 3-methyl histidine	<ul style="list-style-type: none">• Untuk menilai ukuran masa protein otot rangka• Ada di actin pada serat otot rangka dan myosin pada serat putih• Adanya ekskresi → pemecahan protein otot
3	Serum protein total	<ul style="list-style-type: none">• Indeks status protein yang tidak sensitif → tetap di batas normal meski adanya pembatasan asupan protein• Perubahan terlihat bila albumin (50-60%) juga berkurang• Konsentrasi sangat rendah pada marasmus
4	Serum albumin	<ul style="list-style-type: none">• Merefleksikan perubahan yang terjadi pada ruang intravaskuler• Bukan indeks spesifik untuk perubahan jangka pendek → simpanan yang luas dan waktu paruh yang panjang (17-21 hari)• Nilai normal 3.5 sampai 5 g/dL, sangat rendah pada kwashiorkor

Albumin

- Albumin serum merupakan jenis protein larut air yang paling banyak terdapat di darah (55-60% total serum protein) sehingga pemeriksaan protein dengan indikator albumin yang paling sering dilakukan terutama di RS.
- Penurunan albumin serum menunjukkan penurunan cadangan dan asupan protein.
- Albumin memiliki waktu paruh yang panjang 18-20 hari dan cadangan tubuh yang besar (4-5 g/kgBB) sehingga albumin tidak bisa mendeteksi penurunan asupan protein jangka pendek.

Sensitivitas Albumin

- Pada kondisi dehidrasi, kadar albumin akan meningkat
- Semakin tua usia, sintesis albumin akan menurun
- Aktivitas fisik berat dapat menurunkan albumin
- Kadar normal albumin: 3,5 – 5 g/dl

Pemeriksaan Statis Protein Visceral

No	Metode	Keterangan
1	Serum transferin	<ul style="list-style-type: none">• protein untuk transpor besi, nilai normal 2-4 g/L• Waktu paruh: 8-19 hari• Bukan indikator yang baik bila ada defisiensi besi saat kekurangan energi protein
2	Serum RBP (Retinol Binding Protein)	<ul style="list-style-type: none">• Protein untuk transpor retinol, nilai normal 30-70 mg/L• Sirkulasi protein yang paling kecil dan simpanan yang sedikit• Waktu paruh 12 jam• Respon sangat cepat pada kekurangan energi dan protein meski spesivitas sebagai indikator protein rendah
3	Serum Thyroxine Binding Prealbumin (Transthyretin)	<ul style="list-style-type: none">• Menyimpan AA esensial dan merefleksikan asupan protein akut• Waktu paruh 2 hari, nilai normal 230-430 mg/dl• Indikator yang sangat sensitif untuk kekurangan energi protein• Respon sangat cepat pada treatment gizi
4	Serum somatomedin-C (insulin like growth factor-1)	<ul style="list-style-type: none">• Sensitif pada perubahan protein akut• Waktu paruh 12-15 jam• Tidak dipengaruhi oleh variasi harian, stress dan aktifitas fisik• Sensitifitas dan spesivitas sebagai biomarker masih dalam konfirmasi
5	Rasio serum asam amino	<ul style="list-style-type: none">• Pada anak normal NEAA:EAA=<2• Pada anak dengan kwashiorkor NEAA:EAA = > 3• Bukan indeks yang spesifik
6	Ekskresi 3-hydroxyproline pada urin	<ul style="list-style-type: none">• Ekskresi dari produk kolagen• Kadar rendah pada marasmus dan kwashiorkor

Penilaian pada Perubahan Metabolik

Keseimbangan Nitrogen

- Mengukur batas status metabolisme protein, bukan status gizi atau simpanan protein.
- Asumsi dasarnya yaitu asupan nitrogen yang adekuat mampu untuk mengganti nitrogen yang dikeluarkan.
- Defisiensi energi maka nitrogen banyak diekskresikan sebagai protein karena protein dipecah untuk mengkompensasi defisiensi energi.

Tes Formatif

Untuk soal no 1-3

Berikut ini adalah pengukuran status protein:

- a. Ekskresi kreatinin pada urin
- b. Serum RBP (Retinol Binding Protein)
- c. Ekskresi 3-methyl histidine
- d. Serum protein total
- e. Serum albumin
- f. Serum transferrin
- g. Serum Thyroxine Binding Prealbumin (Transthyretin)
- h. Serum somatomedin-C (insulin like growth factor-1)

1. Manakah yang termasuk pengukuran protein somatis?
 - A. a, b
 - B. a, c
 - C. b, c
 - D. b, d
 - E. e, g
2. Manakah yang termasuk pengukuran protein visceral ?
 - A. a, b
 - B. a, c
 - C. b, c
 - D. b, d
 - E. c, e
3. Manakah yang merupakan indikator yang sangat sensitif untuk kekurangan energi protein?
 - A. h
 - B. g
 - C. f
 - D. e
 - E. d

Untuk soal no 4-5

Ibu Fida mendatangi klinik untuk melakukan pengecekan rutin kadar kolesterol. Pada hasil pemeriksaan tersebut diperoleh kadar kolesterol total ibu Fida sebesar 230 mg/dl.

4. Berapakah nilai maksimum kolesterol total yang diperbolehkan?
 - A. Maksimal 100 mg/dl
 - B. Maksimal 150 mg/dl
 - C. Maksimal 200 mg/dl
 - D. Maksimal 250 mg/dl
 - E. Maksimal 300 mg/dl
5. Manakah makanan dibawah ini yang sebaiknya dihindari oleh Ibu Fida?
 - A. Kuning telur
 - B. Ikan
 - C. Daging ayam
 - D. Sayur bayam
 - E. Semangka

PERTEMUAN 10

PENGUKURAN BIOKIMIA VITAMIN

Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu	Capaian Pembelajaran
<ul style="list-style-type: none"> • Presentasi • Kuliah interaktif • Diskusi • <i>Question based learning</i> 	150 menit	Mahasiswa mampu membandingkan berbagai data hasil pengukuran biokimia vitamin larut lemak dan larut air dengan standar pembandingan yang sesuai

A. Pemeriksaan Biokimia Vitamin Larut Lemak

1. Vitamin A

- Bentuk aktif adalah retinol, sedangkan provitamin A merupakan β karoten.
- Vitamin A berfungsi untuk
 - ✓ mengatur proses metabolisme
 - ✓ siklus penglihatan (penyesuaian terhadap gelap dan terang)
 - ✓ pertumbuhan jaringan (kulit dan selaput lendir)
 - ✓ penangkal toksik (racun) dalam jumlah yang tinggi
 - ✓ untuk berdiferensiasi sel
 - ✓ sistem imun

Kekurangan Vitamin A

- Penyebab kekurangan Vit A:
 - Kekurangan konsumsi pangan sumber vitamin A dalam jangka waktu lama atau kelaparan yang berkepanjangan
 - gangguan penyerapan dan proses metabolisme dalam tubuh
 - kebutuhan vitamin A yang meningkat
 - terganggunya metabolisme yang mengubah karoten menjadi vitamin A.
- Kekurangan vit A dalam jangka panjang menyebabkan kebutaan, daya tahan tubuh turun sehingga mudah terserang infeksi yang dapat menimbulkan kematian.
- Depleksi vitamin A dalam tubuh merupakan proses yang berlangsung lama, dimulai dengan habisnya persediaan vitamin A dalam hati, kemudian

menurunnya kadar vitamin A plasma, dan baru timbulnya disfungsi retina, disusul dengan perubahan jaringan epitel.

Kelebihan Vitamin A

- Salah satu akibat dari kelebihan asupan vitamin A dalam bentuk suplemen retinol berdampak pada penyerapan dari zat gizi seperti Vitamin D sehingga berdampak pada status pada vitamin D di dalam tubuh.

Status Vitamin A

- Status vit A terbagi menjadi: kurang (deficient), sedang (marginal), cukup (adequate), lebih (excessive), dan toksik
- Pada kasus kurang dan toksik akan muncul tanda-tanda klinik
- Pemeriksaan status vit A dapat dilakukan melalui:
 - a. Pemeriksaan Vit A menggunakan spesimen darah
 - b. Pemeriksaan vit A dalam ASI
 - c. Pemeriksaan vit A dalam jaringan hati
 - d. Tes fungsional seperti tes dose-response, pemeriksaan pada sel-sel epitel konjungtiva, dan pemeriksaan adaptasi terhadap gelap

Pemeriksaan Status Vitamin A (menggunakan specimen darah)

a. Serum retinol

- Indikator yang paling banyak digunakan untuk mengevaluasi status vit A.
- Kadar serum retinol menggambarkan status vitamin A hanya ketika cadangan vitamin A dalam hati kekurangan dalam tingkat berat atau berlebihan.
- Batas konsentarsi di atas, tidak menggambarkan total cadangan tubuh, menggambarkan konsentrasi status vitamin A perseorangan terutama ketika cadangan vitamin A tubuh terbatas, karena konsentrasi serum retinol terkontrol secara homeostatis dan tidak akan turun hingga cadangan tubuh benar-benar menurun.
- Bila kadar serum retinol dalam darah 20-30 µg/dl dapat di katakan simpanan dalam hati masih cukup, bila kadarnya kurang dari 10 µg/dl sudah sangat rendah dan biasanya sudah mulai muncul tanda-tanda klinik (WHO,1996).
- Serum retinol biasanya ditentukan dengan metode High Performance Liquid Chromatography (HPLC) atau dengan spektrofotometri.
- Pada HPLC ini dapat membedakan retinol dari retinol palmitat (retinol yang disimpan di hati).

Faktor yang berpengaruh pada kadar serum retinol antara lain:

- umur, jenis kelamin dan ras.
- asupan lemak yang rendah dalam makanan, misalnya asupan < 5-10% g/hari, akan mengganggu absorpsi dari provitamin A (dalam bentuk β karoten) dan pada jangka panjang menurunkan konsentrasi plasma retinol.
- penyakit ginjal kronis meningkatkan konsentrasi retinol, sedangkan penyakit hati dapat menurunkan kadar serum retinol.
- penyakit infeksi juga menyebabkan rendahnya kadar serum retinol (WHO,1997).

b. Serum Retinol Binding Protein (RBP)

- RBP adalah protein transpor vitamin A.
- Konsentrasi serum RBP dapat menggambarkan konsentrasi retinol plasma untuk memprediksi status vitamin A.
- Kadar normal RBP pada anak-anak 20-30 $\mu\text{g/dl}$ dan dewasa 40-50 $\mu\text{g/dl}$, sedangkan pada KVA kadar tersebut dapat turun sampai 50% (Sandjaja dan Sudikno, 2015).
- Penanganan serum lebih mudah dan murah, karena RBP lebih stabil dibandingkan serum retinol, tidak sensitif terhadap cahaya, dan kurang sensitif terhadap temperatur, lebih stabil selama dalam kotak pendinginan.
- Penentuan RBP dapat menggunakan prosedur radioimmunoassay (RIA) yang spesifik
- Analisis RBP memerlukan sedikit serum 10-20 dl darah vena yang dapat diambil dari jari (Gibson, 2005)
- Faktor yang mempengaruhi ikatan RBP pada retinol adalah kurangnya energi protein, penyakit sirosis, dan gagal ginjal kronik.

c. Serum retinyl ester

- Untuk menentukan kadar retinyl ester diperlukan darah saat berpuasa, karena konsentrasi retinyl ester naik setelah mendapat asupan vitamin A.
- Pada orang yang sehat, kadar retinyl ester < 5 % dari total vitamin A pada serum orang berpuasa.
- Pada kondisi kapasitas penyimpanan vitamin A berlebih, mengakibatkan kadar retinyl ester dari darah yang diperiksa meningkat.
- Batas untuk menggambarkan hypervitaminosis adalah apabila retinyl ester > 10 % dari total vitamin A.

d. Serum Karotenoid

- Komponen utama dari serum karoten adalah β -karoten (β -carotene), likopen (lycopene) dan beberapa karotenoid.

- Faktor non-gizi yang berpengaruh pada konsentrasi serum karoten adalah umur, jenis kelamin, asupan alkohol, status fisiologis, indeks massa tubuh dan musim.
- Merokok juga mungkin mempengaruhi hubungan antara asupan β -karoten dan kadar serum β -karoten.

Pemeriksaan Vitamin A dalam air susu ibu

Air Susu Ibu dipilih karena

- tidak menyakitkan,
- pengambilannya lebih mudah dibandingkan dengan pengambilan darah,
- di lapangan tidak memerlukan proses lebih lanjut,
- waktu yang diperlukan untuk penanganan sampel di lapangan sangat sedikit dibandingkan dengan penanganan sampel darah.

Konsentrasi retinol ASI

- Dapat menjadi indikasi saat status vit A ibu suboptimal, ibu menyusui memproduksi ASI dengan kadar retinol yang menurun. Kondisi ini menggambarkan ketidakcukupan pada asupan makanan saat kehamilan dan ketidakcukupan cadangan vit A tubuh.
 - Dapat digunakan untuk indikator tidak langsung status vit A bayi yang disusui.
 - Pada ASI selain kadar retinol juga dapat dilakukan analisis kadar β -karoten, vitamin E.
 - Hasil analisis retinol ASI selain menunjukkan status vit A pada ibu menyusui juga dapat memprediksi status vit A pada bayi yang dilahirkan.
 - Oleh karena itu, bila status vitamin A ibu menyusui di masyarakat marginal, maka peluang terjadinya KVA pada anak-anak di komunitas tersebut menjadi tinggi.
- Tes Fungsional
Anemia
 - Anemia merupakan salah satu pengukuran fungsi pada vitamin A.
 - Ketika kekurangan vitamin A, maka akan mempengaruhi mobilisasi dari zat besi (Fe) di dalam tubuh → berisiko anemia dalam proses mobilisasi zat besi di dalam tubuh.
 - Jika asupan tetap rendah untuk jangka lama → simpanan hati menurun, kadar retinol serum menurun dan fungsi sel terganggu → menyebabkan manifestasi abnormal (misal xerophthalmia) dan akibat fisiologis lainnya serta

manifestasi klinis dari defisiensi (misal anemia, gangguan resistensi terhadap infeksi)

- Lamanya asupan inadekuat yang diperlukan sampai hal ini terjadi, tergantung pada jumlah vitamin A (prekursor) yang dicerna, besarnya simpanan vitamin A di hati dan jumlah vitamin A yang dipergunakan oleh tubuh.

2. Vitamin D

- merupakan prohormon steroid yang dapat dibentuk tubuh dengan bantuan sinar matahari.
- Prekursor vitamin D dalam tubuh terdiri dari 2 bentuk yaitu:
 1. vitamin D3 yang diubah dari sumber sinar matahari (cholecalciferol)
 2. vitamin D2 dari makanan (Ergocalciferol)
- Vitamin D dapat menghasilkan suatu hormon yaitu kalsitriol, yang berperan dalam metabolisme kalsium mulai dari penyerapan kalsium sampai pembentukan tulang dan gigi serta mempertahankan kalsium dalam tubuh.
- Vitamin D merupakan satu-satunya jenis vitamin yang diproduksi oleh tubuh.
- Saat terpapar cahaya matahari, senyawa precursor 7-dehidrokolesterol akan diubah menjadi senyawa Cholecalciferol yang disebabkan oleh sinar ultraviolet.
- Pada tahap selanjutnya, senyawa Cholecalciferol akan diubah menjadi senyawa calcitriol atau 1,25(OH)D yang merupakan bentuk aktif dari vitamin D di dalam tubuh dengan bantuan organ ginjal.
- Bentuk aktif vitamin D tersebut dan bantuan hormon lain yaitu paratiroid hormon/PTH akan membantu meningkatkan absorpsi dari mineral kalsium di dalam darah dengan cara :
- Vitamin D merangsang absorpsi mineral kalsium di organ saluran pencernaan.
- Vitamin D dan hormon PTH merangsang pelepasan mineral kalsium dari tulang ke darah.
- Vitamin D dan hormon PTH menunjang reabsorpsi mineral kalsium di dalam organ ginjal.
- Pengaturan metabolisme tersebut untuk mencegah terjadinya masalah kesehatan pada defisiensi vitamin D seperti ricketsia pada anak dan osteomalasia pada dewasa.
- Masalah dari defisiensi mineral kalsium yang paling umum seperti osteoporosis.
- Waktu paruh 25 (OH)D selama 2-3 minggu, sedangkan waktu paruh 1,25 (OH)2D (calcitriol) selama 4-6 jam.
- Kadar 25-OHD mencerminkan asupan total vitamin D yang berasal dari makanan maupun hasil pembentukan dari kulit, sedangkan calcitriol dipengaruhi oleh kalsium serta hormon paratiroid.
- Untuk pengukuran kadar vitamin D, dilakukan berdasarkan kadar 25-OHD

Ciri-ciri	Kadar 25-OHD
Defisiensi	< 20 ng/ml
Kekurangan	21-29 ng/ml
Cukup	> 30 ng/ml
Toksik	> 150 ng/ml

Pemeriksaan Status Vitamin D

1. Serum 25(OH)D

- Metode RIA Diasorin merupakan metode yang paling banyak digunakan di dunia untuk pemeriksaan diagnostik rutin maupun penelitian klinis. Kadar yang digunakan untuk mendefinisikan defisiensi vitamin D.
- Pada metode ini dapat mengukur kadar vitamin D rendah yang ada di simpanan. Yang diukur yaitu kadar 25(OH)D / calcidiol.

2. Serum 1,25(OH)D atau calcitriol

Merupakan bentuk aktif dari vitamin D untuk membantu menyeimbangkan kadar kalsium di dalam darah

Pengukuran Vitamin D

- Penggunaan kadar 25-(OH)D serum, yang diukur dengan metode yang dapat diandalkan untuk mengevaluasi status vitamin D pasien yang berisiko mengalami defisiensi vitamin D.
- Kadar 25-(OH)D serum merupakan indikator terbaik status vitamin D karena kadar 25-(OH)D mencerminkan produksi vitamin D₃ kulit dan vitamin D (D₂ dan D₃) dari makanan.
- Selain itu, 25-(OH)D mempunyai waktu paruh di sirkulasi yang panjang yaitu 3-4 minggu.
- Walaupun metabolit aktif vitamin D adalah 1,25(OH)₂D, kadar 1,25(OH)₂D serum tidak direkomendasikan untuk menentukan status vitamin D karena waktu paruh di sirkulasi pendek yaitu 4-6 jam dan kadarnya dalam serum sangat rendah, 1000 kali lebih rendah dibandingkan dengan kadar 25(OH)D.
- Selain itu, pada saat terjadi defisiensi vitamin D, sekresi hormon paratiroid akan meningkat sebagai respon kompensatori yang akan menstimulasi ginjal untuk meningkatkan produksi 1,25(OH)₂D sehingga pada saat terjadi defisiensi vitamin D didapatkan kadar 25(OH)D menurun sedangkan kadar 1,25(OH)₂D dipertahankan pada kadar normal bahkan meningkat.
- Walaupun panduan terbaru merekomendasikan pengukuran kadar 25(OH)D untuk menilai status vitamin D ada pengecualian dimana pengukuran kadar 25(OH)D tidak dapat digunakan yaitu pada penyakit ginjal dimana kemampuan ginjal untuk memproduksi 1,25(OH)₂D menurun.

Pengukuran Fungsi Vitamin D

- Hormon PTH merupakan salah satu pengukuran fungsi dalam menilai status vitamin D.
- Pada saat terjadi defisiensi vitamin D, sekresi hormon PTH akan meningkat sebagai respon untuk menstimulasi ginjal agar dapat meningkatkan produksi 1,25(OH)₂D (calcitriol).
- Sehingga didapatkan kadar 25-(OH)D menurun dan kadar calcitriolnya dipertahankan pada kadar normal.

3. Vitamin E

- Tokoferol merupakan antioksidan dalam tubuh dengan bekerja dalam fase lipid pada membran di seluruh sel.
- Vitamin ini memberikan perlindungan terhadap efek radikal yang toksik seperti radikal bebas peroksid, terutama sebagai pemutus reaksi rantai radikal bebas.

Pemeriksaan Laboratorium Vitamin E

- Manfaat Pemeriksaan : Mendeteksi defisiensi vitamin E
- Persyaratan & Jenis Sampel : Serum atau plasma
- Persiapan Pasien: Puasa (tidak diperbolehkan makan dan minum, kecuali minum air putih) selama 12-14 jam sebelum pengambilan sampel darah.
- Stabilitas sample: serum/plasma → 12 jam pada suhu 2-8 °C dan 1 bulan pada suhu -20°C

Indikasi Pemeriksaan Laboratorium Vitamin E

- Anemia hemolitik pada bayi baru lahir
- Pada penyakit neuromuskuler pada bayi dan dewasa dgn kolestatis kronik
- Malabsorpsi

Metode Pemeriksaan Biokimia Vitamin E

❑ Uji Fragilitas Eritrosit (Erythrocyte haemolysis test)

Digunakan untuk penilaian tingkat vitamin E. Vitamin ini bertanggung jawab untuk stabilitas membrane RBC.

❑ Langkah langkah yang terlibat :

- Sampel pasien dibagi menjadi dua aliquot
- Sel darah merah dalam 1 aliquot dicuci dengan 2% H₂O₂ (membran racun radikal bebas) sedangkan sel darah merah dari 2 aliquot dicuci dengan dist. H₂O.
- Setelah 3 jam inkubasi, hemoglobin diukur di kedua aliquot
- Jika hemolysis sel darah merah dalam aliquot 1 (dicuci dengan H₂O₂) adalah 20% lebih dari hemolysis dalam 2 aliquot (sel darah merah dicuci dengan dist H₂O) akan menunjukkan kekurangan Vitamin E.

Pengukuran Status Vitamin E

Pengukuran Statis	Pengukuran Fungsional
plasma (cut off → 0,6 mg/dl)	peroxidative index
sel darah merah	erythrocytes haemolysis (cut off → 20%)
platelet	pentane production

vitamin E atau rasio lemak	erythrocytes maondialdehyde (MDA)
jaringan adiposa	susceptibility of low-density

4. Vitamin K

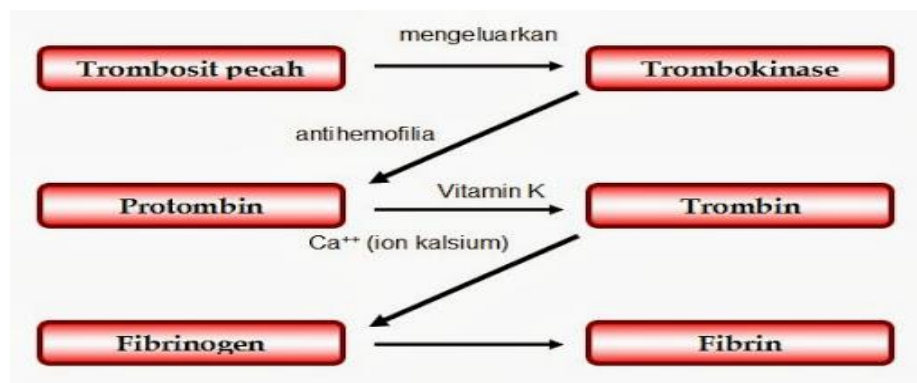
- Vit K diperlukan bagi sintesis beberapa faktor pembekuan darah (misalnya faktor II, VII, IX, X).
- Kecukupan asupan vitamin K berperan penting dalam proses pembekuan darah dan kesehatan tulang.
- defisiensi vit K jarang terjadi pada orang dewasa, melainkan sering dialami oleh bayi yang baru lahir.
- Defisiensi vit K dapat memicu terjadinya hemoragik (gangguan pembekuan darah), menyebabkan perdarahan yang sulit dihentikan.

Bentuk Vitamin K

- Vit K1 (filokinon) → dari tumbuh-tumbuhan hijau daun
- Vit K2 (menakinon) → disintesis oleh bakteri di dalam sal cerna
- Vit K3 (menadion) → bentuk sintetik

Pemeriksaan Laboratorium Vitamin K

- Biasanya dilakukan pemeriksaan *Protombin Time* untuk melihat defisiensi vit K
- Diagnosis akan semakin kuat jika setelah penyuntikan vit K, terdapat peningkatan kadar protrombin dan perdarahan berhenti dalam 3-6 jam.



Pemeriksaan Biokimia Vitamin K

1. Plasma PK (phyloquinone)

- Konsentrasi plasma phyloquinone memuncak pada 6 jam > 53% dari phyloquinone plasma dibawa oleh fraksi lipoprotein
- Menggunakan metode High Performance Liquid Chromatography
- Plasma diperoleh dari pasien di pagi hari setelah puasa semalam dan disimpan pada suhu -30°C
- Vitamin K (PK, MK-4 dan MK-7) ditentukan oleh HPLC-tandem MS

2. Plasma MK4 dan plasma 7 (menaquinones)

- menaquinones menyumbang hingga 25% dari total asupan vitamin K dan berkontribusi terhadap fungsi biologis vitamin K
- Plasma diperoleh dari pasien di pagi hari setelah puasa semalam dan disimpan pada suhu -30°C
- Vitamin K (PK, MK-4 dan MK-7) ditentukan oleh HPLC-tandem MS

Pengukuran Status Vitamin K

1. Pengukuran Fungsional:
 - protombin
 - filoquinon di plasma dan eksresi urine
2. Serum:
 - Osteocalcin dan undercarboxylated osteocalcin
 - Plasma phyloquinone
 - Rasio kreatin dari urine

B. Pemeriksaan Biokimia Vitamin Larut Air

Vitamin B terdiri dari vitamin B1, B2, B3, B5, B6, B7, B9, dan B12.

1. Vitamin B1 (Thiamin)

- Berperan dalam proses dekarboksilasi piruvat dan alfa-ketoglutarat sehingga penting dlm pelepasan energi dan KH.
- Defisiensi thiamin menyebabkan perubahan sistem saraf, penyakit beri-beri kering (terjadi atrofi otot), dan penyakit beri-beri basah (menyebabkan pembengkakan atau edema).
- Pemeriksaan status vitamin B1 dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut

No	Metode	Keterangan
1	Ekskresi Urin Thiamin dan Thiochrome	<ul style="list-style-type: none">❑ Setelah pemberian parenteral 5 mg thiamin akan mengeluarkan > 300 nmol vitamin selama 4 jam❑ Defisiensi : ekskresi < 75 nmol❑ Meskipun ada sejumlah metabolit thiamin, yang signifikan diekskresikan tidak berubah yaitu thiochrome.❑ Ekskresi menurun proporsional pada asupan yang cukup❑ Pada intake kurang terjadi pengurangan lebih lanjut
2	Aktivasi Transketolase Eritrosit	<ul style="list-style-type: none">• Melihat aktivasi apotransketolase dalam eritrosit lysat oleh thiamin difosfat ditambah in vitro.• Defisiensi bila : Koefisien aktivasi > 1.25• Normal : < 1.15
3	Konsentrasi Darah Thiamin	<ul style="list-style-type: none">▪ Metodenya dengan pembentukan thiochrome yang beredar (hanya thiamin bebas bukan fosfat yang dioksidasi ke thiochrome), pengukuran sebelum & sesudah reaksi dengan alkali

		<p>phosphate menentukan thiamin bebas dan total.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dikatakan defisiensi jika < 150 nmol/L ▪ Eritrosit dan leukosit mengandung thiamin difosfat ▪ Plasma mengandung thiamin & thiamin bebas ▪ Total thiamin keseluruhan 150 nmol/L ▪ Tetapi total thiamin pada darah bukan merupakan indeks yang sensitif
--	--	---

Table 6.1 Indices of Thiamin Nutritional Status

	Adequate	Marginal	Deficient
Intake			
mmol/1,000 kcal	> 1.1	0.75–1.1	< 0.75
mmol/MJ	> 0.27	0.18–0.27	< 0.18
mg/1,000 kcal	> 0.3	0.2–0.29	< 0.2
µg/MJ	> 72	48–72	< 48
Urinary excretion			
mmol/mol creatinine	> 28	11–27	< 11
mg/g creatinine	> 66	27–65	< 27
nmol/24 h	> 375	150–375	< 150
µg/24 h	> 100	40–99	< 40
Urinary excretion over 4 h after a 19 nmol (5 mg) parenteral dose			
nmol	> 300	75–300	< 75
µg	> 80	20–79	< 20
Transketolase activation coefficient	< 1.15	1.15–1.24	> 1.25
Erythrocyte thiamin diphosphate			
nmol/L	> 150	120–150	< 120
µg/L	> 64	50–64	< 50

Sources: From data reported by Brin, 1964; Sauberlich et al., 1974; Finglass, 1993.

2. Vitamin B2 (Riboflavin)

- Vitamin B2 merupakan komponen Flavin Adenin Dinukleotida (FAD) & Flavin Mononukleotida (FMN) yang berperan pada reaksi oksidasi reduksi pada metabolisme KH & Protein.
- Defisiensi riboflavin menyebabkan ceilosis dan glossitis.



- Pemeriksaan status vitamin B2 dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut

No	Metode	Keterangan
1	ekskresi urine vitamin dan metabolitnya	Melihat aktivitas pada asupan di bawah sekitar 1,1 mg per hari, hanya ada sedikit kemih ekskresi riboflavin; setelah itu, ketika asupan meningkat, ada peningkatan tajam dalam ekskresi. Hingga sekitar 2,5 mg per hari
2	aktivasi EGR (Erythrocyte Glutathione Reductase)	<ul style="list-style-type: none"> • Koefisien Aktivasi Glutathione reduktase sangat sensitif terhadap penipisan riboflavin. • Aktivitas enzim dalam eritrosit digunakan sebagai indeks status riboflavin. • Di subjek, koefisien aktivasi eritrosit piridoksin oksidase memberikan respon yang mencerminkan status gizi riboflavin (Clements dan Anderson, 198)

		Adequate	Marginal	Deficient
Urine riboflavin	µg/g creatinine	>80	27–80	<27
	mol/mol creatinine	>24	8–24	<8
	µg/24 h	>120	40–120	<40
	nmol/24 h	>300	100–300	<100
	mg over 4 h after 5 mg dose	>1.4	1.0–1.4	<1.0
	µmol over 4 h after 5 mg dose	>3.7	2.7–3.7	<2.7
Erythrocyte riboflavin	µg/g hemoglobin	>0.45	—	—
	nmol/g hemoglobin	>1.2	—	—
Glutathione reductase	Activation coefficient	<1.4	1.4–1.7	>1.7

Sources: From data reported by Sauberlich et al., 1974; Bates, 1993.

to phototherapy of neonatal hyperbilirubinemia (Speck et al., 1975; Gromisch et al., 1977).

3. Vitamin B3 (Niasin)

- Niasin menjadi esensial dalam bentuk ko-enzim NAD dan NADP yang terlibat dalam pembentukan KH, lemak & Protein
- Niasin penting dalam replikasi DNA
- Niasin berfungsi menjaga kesehatan sistem syaraf dan pencernaan
- Defisiensi niasin menyebabkan pellagra
 - Pemeriksaan status niasin dengan spesimen serum, pasien berpuasa terlebih dahulu. Pemeriksaan deteksi defisiensi niasin dapat dilakukan dengan metode HPLC (High Performance Liquid Chromatography). Dievaluasi dengan pengukuran metabolitnya, N1 methylnicotinamide (NMN) dan N1- methyl - 2- pyridoxine 05- carboxymide (pyr). Ekskresi N tiap harinya > 12 mg, pada pellagra < 2 mg

4. Vitamin B5 (Asam Pantotenat)

- Asam pantotenat berperan dalam metabolisme energi semua jaringan tubuh.
- Asam pantotenat penting dalam penyembuhan luka dan menjaga kesehatan rambut dan kulit.
- Jarang ditemukan kasus defisiensi asam pantotenat.

5. Vitamin B6 (Pyridoxine)

- Pyridoxine berperan dalam fungsi neurologis, reaksi metabolik, dan menurunkan level homosistein darah
- Jarang ditemukan kasus defisiensi vitamin B6. Jika terjadi defisiensi vitamin B6 biasanya karena defisiensi vitamin B kompleks lainnya yang dapat menyebabkan penurunan sistem kekebalan tubuh
- Pemeriksaan status vitamin B6:
 - PLP (Piridoksal Fosfat)
 - PLP adalah bentuk utama vitamin B6 di semua jaringan dan konsentrasi PLP plasma mencerminkan PLP hati. Plasma PLP berubah cukup lambat sebagai respons terhadap vitamin asupan. Tingkat ekskresi vitamin B6 dan khususnya katabolitnya, 4-pyridoxate, mencerminkan asupan.
 - Ekskresi urin biasanya digunakan setelah test beban triptofan.

6. Vitamin B7 (Biotin)

- Biotin berfungsi sebagai pembawa untuk transfer bikarbonat aktif ke dalam substrat untuk menghasilkan produk karboksil; sebagai koenzim berbagai reaksi karboksilasi; membantu sintesis asam lemak; serta menjaga kesehatan rambut dan kuku.
- Biasanya biotin tersedia dalam bentuk suplemen yg dikonsumsi oleh ibu hamil.
- Defisiensi biotin dapat menyebabkan alopecia; pada orang dewasa dapat menyebabkan halusinasi dan depresi; menyebabkan keterlambatan perkembangan pada bayi.
- Pemeriksaan status vitamin B7 yaitu dengan metode ekskresi biotin urin dan ekskresi 3-hydroxyisovalerate.

7. Vitamin B9 (Asam Folat)

- Asam folat berfungsi mengontrol homosistein, pembentukan sel darah merah normal, pertumbuhan cepat sel bayi, berperan dalam produksi asam amino, dan mencegah jantung koroner.
- Defisiensi asam folat dapat menyebabkan
 - anemia
 - dermatitis
 - apabila ibu hamil kekurangan asam folat akan menyebabkan efek teratogenik, bayi lahir dengan kelainan spina bifida, anencephaly (kondisi tempurung kepala yang tidak menutup dengan sempurna)
- Pemeriksaan status asam folat:
 - Diagnosa dengan tes antibody, tes methylmalonic, dan tes schilling
 - Nilai normal: 9-45 nm (3-16 mg/mL)
 - Dikatakan defisiensi jika:
 - Folat serum: <3mg/ml
 - Folat eritrosit: <100 mg/mL

8. Vitamin B12 (Cobalamin)

- Vitamin B12 merupakan vitamin yang larut dalam air, berwarna merah, memiliki stabilitas yang tinggi terhadap panas serta sensitif terhadap (cahaya, oksigen, lingkungan yang asam atau basa).
- Vitamin B12 berfungsi dalam pembentukan sel darah merah, mendukung fungsi normal sel syaraf, mengubah folat menjadi bentuk aktif.
- Defisiensi vitamin B12 menyebabkan Anemia Megaloblastik.
- Pemeriksaan status vitamin B12 dapat dilakukan dengan pengujian serum vitamin B12, Asam Metilmalonik (MMA), tes schilling, dan total homosistein.
- Berikut ini adalah kelebihan dan kekurangan uji status vitamin B12:

Pengujian	Kelebihan	Kelemahan
Serum Vitamin B12	Metode sederhana, waktu singkat	kurang sensitif
Eritrosit Vitamin B12	-	kurang spesifik
Asam metylmalonik (MMA)	Cukup sensitif, spesifik, dan reliabel	Pengukuran sulit, waktu lama
Homosistein Plasma	-	kurang spesifik
Tes Schilling	-	Belum ada standar yang baku, waktu lama

9. Vitamin C

- Vitamin C berfungsi sebagai antioksidan, meningkatkan jaringan ikat, berperan dalam metabolisme kolesterol, sintesis kolagen, serta penyerapan dan metabolisme zat besi.
- Bentuk vitamin C yaitu AA (asam askorbat) dan DHAA (Asam Dehidro Askorbat)
- Defisiensi vitamin C menyebabkan gusi berdarah karena terganggunya jaringan ikat pada gusi (Par'i, 2020), scurvy.
- Pemeriksaan status vitamin C dengan pengukuran serum asam askorbat dan konsentrasi leukosit asam askorbat (Par'i, 2020) dengan metode HPLC.

		Deficient	Marginal	Adequate
Whole blood	mmol/L	<17	17–28	>28
	mg/L	<3.0	3.0–5.0	>5.0
Plasma	mmol/L	<11	11–17	>17
	mg/L	<2.0	2.0–3.0	>3.0
Leukocytes	pmol/10 ⁶ cells	<1.1	1.1–2.8	>2.8
	μg/10 ⁶ cells	<0.2	0.2–0.5	>0.5

Tes Formatif

1. Salah satu cara yang digunakan untuk melakukan pemeriksaan vitamin B1 adalah
 - A. Tes schilling
 - B. Konsentrasi darah thiamin
 - C. Aktivasi EGR
 - D. Ekskresi biotin urin
 - E. Tes antibody
2. Vitamin apakah yang berperan penting dalam replikasi DNA?
 - A. Thiamine
 - B. Riboflavin

- C. Niacin
- D. Biotin
- E. Kobalamin

Untuk soal no 3-5

Ibu Ria sedang memeriksakan kehamilannya di Puskesmas untuk memastikan hasil *test pack* yang positif. Setelah melakukan pemeriksaan, dokter memberikan suplemen yang diminum satu tablet sehari. Salah satu kandungan suplemen tersebut adalah asam folat sebanyak 400 mcg.

3. Dampak apakah yang terjadi pada bayi jika ibu Ria kekurangan zat gizi dalam suplemen tersebut?
 - A. Bayi lahir cacat
 - B. Bayi lahir dengan kelainan spina bifida
 - C. Bayi lahir sumbing
 - D. Bayi lahir dengan panjang badan kurang
 - E. Bayi lahir dengan berat badan rendah
4. Manakah yang tidak termasuk diagnosa pada pemeriksaan zat gizi dalam suplemen tersebut ?
 - A. Tes antigen
 - B. Tes antibodi
 - C. Tes methylmalonic
 - D. Tes schilling
 - E. Tes cerium
5. Penyakit apakah yang disebabkan oleh defisiensi zat gizi dalam suplemen tersebut ?
 - A. Beri-beri
 - B. Scurvy
 - C. Glossitis
 - D. Pellagra
 - E. Anemia
6. Metode apakah yang digunakan untuk menilai status vitamin C ?
 - A. HPLC
 - B. PLP
 - C. RIA
 - D. ELISA
 - E. Spektrofotometri
7. Vitamin K yang disintesis oleh bakteri di dalam saluran cerna adalah
 - A. Filokinon
 - B. Menakinon
 - C. Menadion
 - D. Vitamin K1
 - E. Vitamin K3
8. Manakah yang menggambarkan status vitamin A hanya ketika cadangan vitamin A dalam hati kekurangan dalam tingkat berat atau berlebihan?
 - A. Serum retinol
 - B. Serum Retinol Binding Protein
 - C. Konsentrasi retinol ASI
 - D. Serum karotenoid

- E. Serum retinyl ester
9. Vitamin apakah yang penyerapannya terganggu ketika terjadi kelebihan vitamin A?
- A. B
 - B. C
 - C. D
 - D. E
 - E. K
10. Uji apakah yang digunakan pada metode pemeriksaan vitamin E?
- A. cerium
 - B. fragilitas eritrosit
 - C. methylmalonic
 - D. schilling
 - E. antigen

PERTEMUAN 11

PENGUKURAN BIOKIMIA MINERAL

Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu	Capaian Pembelajaran
<ul style="list-style-type: none"> • Presentasi • Kuliah interaktif • Diskusi • <i>Question based learning</i> 	150 menit	Mahasiswa mampu membandingkan berbagai data hasil pengukuran biokimia mineral makro dan mikro dengan standar pembandingan yang sesuai

1. Mineral zat besi (Fe)

- Zat besi (Fe) adalah komponen penting dari molekul hemoglobin.
- Status besi dengan melakukan analisis pada Hemoglobin seharusnya tidak digunakan satu satunya untuk menentukan status besi pada seseorang.
- Status besi dapat menggambarkan keadaan kekurangan besi secara langsung sehingga dapat dipastikan intervensi yang akan dilakukan
- Besi mempunyai beberapa tingkat oksidasi yang bervariasi dari Fe⁶⁺ menjadi Fe²⁻, tergantung pada suasana kimianya. Hal yang stabil dalam cairan tubuh manusia dan dalam makanan adalah bentuk ferri (Fe³⁺) dan ferro (Fe²⁺).
- Terdapat empat bentuk zat besi dalam tubuh yaitu:
 - 1) Zat besi dalam hemoglobin.
 - 2) Zat besi dalam depot (cadangan) sebagai feritin dan hemosiderin.
 - 3) Zat besi yang ditranspor dalam transferin.
 - 4) Zat besi parenkhim atau zat besi dalam jaringan seperti mioglobin dan beberapa enzim antara lain sitokrom, katalase, dan peroksidase.
- Zat besi memiliki fungsi, antara lain:
 - Pengangkut (carrier) O₂ dan CO₂
Zat besi yang terdapat dalam hemoglobin dan myoglobin berfungsi untuk mengangkut O₂ dan CO₂.
 - Pembentukan sel darah merah
Sel darah merah (eritrosit) dibentuk dalam tulang sebagai sel muda. Pada saat sel dewasa disintesis heme (protein yang mengandung zat besi) dari glisin dan fe dibantu oleh vitamin B12 atau piridoksin
 - Sebagian kecil dari zat besi dijumpai dalam *transporting iron binding protein (transferin)* yang berfungsi mengikat besi dengan afinitas tinggi dan mengantar besi ke sel.
 - Sedangkan sebagian kecil sekali didapati dalam enzim-enzim yang berfungsi sebagai katalisator pada proses metabolisme dalam tubuh. Enzim ini berkurang jumlahnya sebelum jumlah Hb menurun

- Berikut ini adalah kadar normal zat besi di dalam tubuh

Kadar Normal Fe Dalam Tubuh		
No.	Jenis Kelamin	Kadar
1	Laki-laki dewasa	10-20mg /hari
2	Wanita	15-25mg/hari

- Berikut ini adalah tambahan kebutuhan zat besi

Kebutuhan Zat Besi Tambahan		
No.	Jenis	Keterangan
1	Masa pertumbuhan	$\pm 0,5 -1$ mg / hari
2	Masa menstruasi	0,5 -1 mg / hari
3	Wanita hamil	3 -5 mg / hari dan tergantung usia kehamilan

- Hanya 1 – 2 mg atau 10% saja yang diabsorpsi oleh tubuh. Sekitar 70% dari zat besi yang diabsorpsi tadi dimetabolisme oleh tubuh dengan proses eritropoesis menjadi hemoglobin. Sekitar 10 - 20% disimpan dalam bentuk feritin. Sisanya 5 – 15% digunakan oleh tubuh untuk proses lain.
- Besi Fe^{3+} yang disimpan di dalam ferritin bisa saja dilepaskan kembali bila ternyata tubuh membutuhkannya.
- Sumber zat besi dalam makanan terdapat dalam dua bentuk yaitu besi *heme* dan besi *non-heme* .
 - Besi *heme* terdapat dalam daging dan ikan, tingkat absorpsi dan bioavailabilitasnya tinggi.
 - Besi *non-heme* berasal dari sumber nabati, tingkat absorpsi dan bioavailabilitasnya rendah.
- Berikut ini adalah faktor yang memengaruhi penyerapan zat besi

Faktor yang meningkatkan penyerapan zat besi	Faktor yang menghambat penyerapan zat besi
a. Vitamin C	a. Tannin pada teh
b. Daging	b. Makanan yang mengandung fitat
c. Unggas	c. Meningkatnya pergerakan usus
d. Ikan	d. Tingkat keasaman lambung
e. Makanan laut lainnya	e. Rendahnya digesti lemak
f. pH yang rendah (mis: asam laktat) serta keadaan fisiologis seperti kehamilan dan pertumbuhan.	

- Proses penyerapan zat besi terbagi menjadi tiga fase (Bakta, 2006) yaitu:
 - a. Fase Luminal

Besi dalam makanan diolah di lambung, karena pengaruh asam lambung maka besi dilepaskan dari ikatannya dengan senyawa lain. Kemudian terjadi reduksi dari besi bentuk feri (Fe^{3+}) ke fero (Fe^{2+}) yang dapat diserap di duodenum.
 - b. Fase Mukosal

Penyerapan besi terjadi terutama melalui mukosa duodenum dan jejunum proksimal. Penyerapan terjadi secara aktif melalui proses yang sangat kompleks. Dikenal adanya *mucosal block* (mekanisme yang dapat mengatur penyerapan besi melalui mukosa usus).
 - c. Fase Korporeal

Meliputi proses transportasi besi dalam sirkulasi, utilisasi besi oleh sel-sel yang memerlukan, serta penyimpanan besi (storage) oleh tubuh. Besi setelah diserap oleh enterosit (epitel usus), melewati bagian basal epitel usus, memasuki kapiler usus, kemudian dalam darah diikat oleh apotransferin menjadi transferin.

- Klasifikasi defisiensi zat besi terbagi menjadi tiga yaitu
 1. Depleksi besi (*iron depleted state*) yaitu cadangan besi menurun, tetapi penyediaan besi untuk eritropoiesis belum terganggu. Pada keadaan ini ferritin plasma akan menurun dan absorpsi besi meningkat.
 2. Eritropoiesis defisiensi besi (*iron deficient erythropoiesis*) yaitu cadangan besi kosong, penyediaan besi untuk eritropoiesis terganggu dengan tanda penurunan cadangan zat besi, penurunan kadar besi dalam serum, dan penurunan kadar jenuh transferrin, tetapi belum timbul anemia secara laboratorik.
 3. Anemia defisiensi besi yaitu cadangan besi kosong disertai tanda anemia yang nyata. Pada fase ini hemoglobin mulai menurun

Diagnosis Defisiensi Besi			
Iron status	Stored iron	Transport iron	Functional iron
Iron deficiency anemi	Low	Low	Low
Iron deficient erythropoiesis	Low	Low	Normal
Iron depletion	Low	Normal	Normal
Normal	Normal	Normal	Normal
Iron overload	High	High	Normal

Sumber: Centers for Disease Control and Prevention, 1998. Recommendations to Prevent and Control Iron Deficiency in the United States. *Morb Mortal Wkly Rep*; 47: 1-36.

- Tahap pemeriksaan laboratorium yaitu
 - Pemeriksaan komponen simpanan besi
 - Pemeriksaan komponen transport besi
 - Pemeriksaan komponen pada eritrosit
 - Pemeriksaan komponen simpanan besi terdiri dari
 - Pemeriksaan serum ferritin
Ferritin adalah suatu protein simpanan zat besi diproduksi dalam hati, limpa dan sumsum tulang
 - Banyaknya ferritin yang dikeluarkan ke dalam darah secara proposional menggambarkan banyaknya simpanan zat besi di dalam hati.
- Kadar ferritin meningkat jika individu mengalami **hemakromatosis**
- Kadar ferritin menurun jika individu mengalami **defisiensi besi**

Kadar Ferritin		
No	Jenis Kelamin	Kadar
1	Laki-laki	- 300ng/ml
2	Wanita postmenopause	- 300ng/ml
3	Wanita premenopause	- 200 ng/ml

Pemeriksaan komponen transport besi

a) Besi Serum (SI)

- Besi serum peka terhadap kekurangan zat besi ringan, serta menurun setelah cadangan besi habis sebelum tingkat HB jatuh
- Besi serum menurun setelah kehilangan banyak darah, pada saat kehamilan, infeksi dsb
- Kadar normal untuk besi serum adalah antara 50-150 µg/dl

b) TIBC (Total Iron Binding Capacity)

- Pemeriksaan untuk melihat kapasitas ikatan besi dalam serum
- TIBC akan meningkat pada konsentrasi besi rendah dan menurun pada besi serum yang tinggi.
- Kadar Normal TIBC yaitu 300-360 µg/dl

c) Transferrin Saturation= TS (jenuh transferrin)

- Jenuh transferrin adalah rasio besi serum dengan kemampuan mengikat besi
- Merupakan indikator paling akurat dari suplai besi ke sumsum tulang.
- Jenuh transferrin dibawah 10% merupakan indeks kekurangan suplai besi

d) **Free Erythrocyte Protoporphirin (FEP)**

- Apabila penyediaan zat besi tidak cukup banyak untuk pembentukan sel sel darah merah di sumsum tulang belakang maka sirkulasi FEP di darah meningkat walaupun belum nampak anemia.
- Dalam keadaan normal kadar FEP berkisar $35 \pm 50 \mu\text{g/dl RBC}$.
- Apabila kadar FEP dalam darah $>100 \mu\text{g/dl RBC}$ → individu menderita kekurangan besi
- Apabila kadar FEP meningkat indikasinya defisiensi zat besi, kalau FEP menurun indikasi infeksi.

Pemeriksaan komponen pada eritrosit

a. Hemoglobin

- Hemoglobin adalah parameter yang digunakan secara luas untuk menetapkan prevalensi anemia.
- Garby et al. menyatakan bahwa penentuan status anemia yang hanya menggunakan kadar Hb ternyata kurang lengkap, sehingga perlu ditambah dengan pemeriksaan yang lain.
- Hemoglobin adalah senyawa pembawa oksigen pada sel darah merah.
- Hb dapat diukur secara kimia dan jumlah Hb/100 ml darah dapat digunakan sebagai indeks kapasitas pembawa oksigen pada darah.
- Kandungan Hb yang rendah mengindikasikan anemia.
- Bergantung pada metode yang digunakan, nilai Hb menjadi akurat sampai 2-3%.

Metode pemeriksaan Hb

1. **Metode Sahli** → Metode sederhana

- Hemoglobin dihidrolisis dengan HCL menjadi asam hematin yang berwarna coklat, warna yang terbentuk dibandingkan dengan warna standar.
- Metode ini kurang akurat karena menggunakan penilaian secara visual, bisa terjadi kesalahan untuk ukuran pipet tetes HCL & interpretasi hasil.
- Tingkat kesalahannya 10-15%
- Metode yang sering digunakan di laboratorium adalah *Metode Sahli*

2. **Cyanmethemoglobin** → Metode yang lebih canggih :

- Heme (ferro) dioksidasi oleh kalium ferrisianida menjadi (ferri) methemoglobin kemudian methemoglobin bereaksi dengan ion sianida membentuk sianmethemoglobin yang berwarna coklat
- Absorban diukur dengan kolorimeter atau spektrofotometer pada λ 540 nm.
- Metode ini lebih akurat karena hasil pengukurannya sudah berupa angka / hasil akhir.
- Tingkat kesalahan 1-2%.

Tabel 2.3 Batasan Hemoglobin Darah (WHO 1975)

Kelompok	Batas Nilai Hb (g/dl)
Bayi/Balita	11,0
Usia Sekolah	12,0
Ibu Hamil	11,0
Pria Dewasa	13,0
Wanita Dewasa	12,0

b. Hematokrit (HCT)

- ❑ Hematokrit adalah volume eritrosit yg dipisahkan dari plasma dg cara memutarnya di dalam tabung khusus yg nilainya dinyatakan dalam persen (%)
- ❑ Nilai normal Hematokrit:
 - Pria : 40% - 54%
 - Wanita : 37% - 47%
- ❑ Kadar normal → berkisar hampir **3 kali nilai Hb**.
- ❑ Kesalahan rata-rata pada prosedur HCT yaitu kira-kira 1-2%.

Penentuan Indeks Eritrosit

1. MCV (*Mean Corpuscular Volume*)

- MCV adalah indeks untuk menentukan ukuran sel darah merah.
- MCV menunjukkan ukuran sel darah merah tunggal apakah sebagai Normositik (ukuran normal), Mikrositik (ukuran kecil < 80 fL), atau Makrositik (ukuran kecil >100 fL).
- Penurunan nilai MCV terlihat pada pasien anemia kekurangan besi, anemia pernisiiosa dan talasemia
- Peningkatan nilai MCV terlihat pada penyakit hati, alcoholism, kekurangan folat/vitamin B12,

2. MCH (*Mean Corpuscle Haemoglobin*)

- MCH adalah nilai yang mengindikasikan berat Hb rata-rata di dalam sel darah merah
- Dapat menentukan kuantitas warna (normokromik, hipokromik, hiperkromik) sel darah merah.
- MCH dapat digunakan untuk mendiagnosa anemia.
- Peningkatan MCH mengindikasikan anemia makrositik
- Penurunan MCH mengindikasikan anemia mikrositik

3. MCHC (*Mean Corpuscular Haemoglobin Concentration*)

- MCHC mengukur konsentrasi Hb rata-rata dalam sel darah merah
- Semakin kecil sel, semakin tinggi konsentrasinya.
- Perhitungan MCHC tergantung pada Hb dan Hct.
- Indeks ini adalah indeks Hb darah yang lebih baik, karena ukuran sel akan mempengaruhi nilai MCHC, hal ini tidak berlaku pada MCH.

❑ **Sindroma anemia (gejala anemia)**

Muncul ketika kadar hemoglobin seseorang sudah turun di bawah 7-8g/dl:

- Badan lemah dan lesu
- Cepat lelah
- Mata berkunang-kunang
- Telinga berdenging

❑ **Gejala khas ADB** adalah

- Koilonychia
Dimana kuku berubah jadi rapuh, bergaris-garis vertical dan jadi cekung sehingga mirip sendok
- Atropi papil
Permukaan lidah tampak licin dan mengkilap disebabkan karena hilangnya papil lidah
- Stomatitis Angularis → Inflamasi di sekitar sudut bibir

4. Mineral kalsium

- Kalsium adalah mineral yang berada dalam tubuh \pm 2% dan lebih dari 90% terdapat di dalam tulang.
- Kebutuhan kalsium pada orang dewasa berdasarkan AKG 2019 yaitu 1000 mg.
- Peningkatan kebutuhan terjadi pada pertumbuhan, kehamilan, menyusui, defisiensi kalsium dan tingkat aktivitas fisik yang meningkatkan densitas tulang.
- Fungsi kalsium:
 - Pembentukan tulang & gigi
 - Mengatur pembekuan darah
 - Katalisator reaksi – reaksi biologik
 - Kontraksi otot
- Sumber kalsium:
 - Ikan, Udang, susu, kuning telur, dan daging sapi
 - sayuran daun hijau: sawi, brokoli, daun pepaya, daun singkong, daun labu.
 - biji-bijian (kenari, wijen, almond) dan kacang-kacangan serta hasil olahannya (kedelai, kacang merah, kacang polo, tempe, tahu) (Sativani, 2011).
- Kekurangan Kalsium:
 - Gangguan pertumbuhan pada anak
 - Osteoporosis
 - Osteomalasia
 - Tetani
- Kelebihan Kalsium
 - Menghambat sekresi hormon paratiroid
 - batu ginjal atau gangguan ginjal
 - konstipasi (susah buang air besar)

5. Mineral Zinc

- Zink (Zn) atau seng termasuk dalam kelompok *trace element* yaitu elemen-elemen yang terdapat dalam tubuh dengan jumlah yang sangat kecil dan mutlak diperlukan untuk memelihara kesehatan (Almatsier, 2001).

- Akibat kekurangan zinc:
 - Hipozinkemia, atau defisiensi seng vitamin, terutama disebabkan dari asupan makanan yang tidak seimbang
 - Gejala berupa pucat, kulit kering dan kasar, jerawat, eksim, ruam, dan kulit berminyak.
 - Pada anak-anak menimbulkan apatis, mudah tersinggung, menurunnya kemampuan untuk konsentrasi dan belajar.
 - Menghambat proses pertumbuhan dan pematangan seksualitas.
 - Pada sebagian kecil orang akan mengalami kebiasaan mengonsumsi zat-zat yang tidak lazim seperti bata, semen atau tembok (pika)
- Akibat kelebihan zinc
 1. Kelebihan seng hingga 2-3 kali AKG akan menurunkan reabsorpsi tembaga.
 2. Kelebihan sampai 10 kali AKG mempengaruhi metabolisme kolesterol.
 3. Dosis sebanyak 2 gram atau lebih dapat menyebabkan muntah, diare, demam, kelelahan yang sangat, dan gangguan reproduksi.
- Seng serum adalah indeks yang secara luas sering dipakai untuk menentukan status seng.
- Batas yang dipakai untuk menyatakan seseorang defisiensi seng adalah apabila seng serumnya di bawah 70 µg/dL.
- Batasan dan interpretasi pemeriksaan kadar zinc dalam plasma adalah 12-17 mmol / liter dikatakan normal.
- Sumber paling baik adalah sumber protein hewani, terutama daging, hati, kerang, dan telur serta sereal tumbuk dan kacang-kacangan :
 1. Daging 3 ons menyediakan 40% atau lebih zinc dari dosis harian yang dianjurkan. Diantaranya adalah daging panggang, iga dan daging rebus.
 2. Seafood (makanan laut), tiram merupakan sumber makanan yang mengandung zinc paling tinggi.
 3. Produk susu, beberapa makanan dari produk susu merupakan sumber zinc yang baik.
 4. Biji-bijian dan kacang-kacangan.

6. Iodium

- Iodium merupakan zat gizi esensial bagi tubuh, karena merupakan komponen dari hormon thyroxin
- Terdapat dua ikatan organik yang menunjukkan bioaktivitas hormon thyroxin ini, yaitu *trijodotyronin* (T3) dan *tetrajodotyronin* (T4) atau *thyroxin*.
- Iodium dikonsentrasikan di dalam kelenjar gondok (*glandula thyroxin*) untuk dipergunakan dalam sintesa hormon *thyroxin*.
- Hormon ini ditimbun dalam folikel kelenjar gondok, terkonjugasi dengan protein (globulin) yang disebut *thyroglobulin*.
- *Thyroglobulin* merupakan bentuk yodium yang disimpan dalam tubuh, apabila diperlukan, *thyroglobulin* dipecah dan akan melepaskan hormon *thyroxin* yang dikeluarkan oleh folikel kelenjar ke dalam aliran darah. (Yuastika, 1995).
- Iodium berfungsi untuk sintesis hormon tiroid yang berlangsung di kelenjar tiroid.

- Hormon tiroid memiliki peran penting dalam pengaturan metabolisme tubuh (Gibney, 2009)
- Fungsi iodium, yaitu :
 - Perubahan karoten menjadi bentuk aktif vitamin A
 - Sintesis protein dan karbohidrat dari saluran cerna
 - Sintesis kolesterol darah
- Sumber Iodium yaitu:
 - Makanan laut seperti ikan, kerang-kerangan, dan rumput laut
 - Produk pangan lain, seperti sereal, kacang-kacangan, buah, sayuran, daging, telur, dan susu (Gibney, 2009)
- Kelebihan Iodium
 - Apabila iodium diberikan dalam dosis besar
 - akan menyebabkan iodisasi tiroxin.
 - Tetapi, pemberian dalam jangka waktu lama menyebabkan terjadinya escape (beradaptasi pada hambatan) sehingga mengalami inhibisi hormonogenitas dan pada akhirnya terjadi gondok. (Winarno, 2004)
 - Gejala kelebihan Iodium
 - ✓ Mudah keringetan walaupun berada di daerah dingin atau ruangan yang ber-AC
 - ✓ Tremor
 - ✓ Degup jantungnya lebih cepat
 - ✓ Susah tidur
 - ✓ Nafsu makan berlebihan
 - ✓ Mudah marah
- Kekurangan Iodium

Akibat utama kekurangan iodium, yaitu

 - ❑ Gondok
 - ❑ Kretinisme

Efek akibat kekurangan iodium, yaitu :

 - 1) Mudah mengantuk
 - 2) Detak jantungnya lemah
 - 3) Malas dan apatis
 - 4) Pada ibu hamil mengakibatkan keguguran
 - 5) Keturunan yang kerdil (kretin)
 - 6) Keturunan yang retardasi mental
 - 7) Gangguan pendengaran
 - 8) Gangguan neuromotor, misal gangguan bicara, cara berjalan, dsb
 - 9) Menurunnya kecerdasan pada anak-anak

(Picauly, 2002)

NAMA PENGUKURAN	METODE PENGUKURAN BOKIEMIA	CUT OFF POINT / AMBANG BATAS	INDIKATOR / SPESIMEN
Kadar EYU (Ekskresi Yodium Urine)	Mengambil urine pagi probandus. Dapat menggunakan <i>ammonium persulfate digestion method</i> atau metode <i>cerium</i> . Kadar iodium dapat dinyatakan dengan 1 µg/g kreatinin.	Menurut WHO: SANGAT KURANG : <20 µg/L SANGAT KURANG 20-49 µg/L KURANG = <50-100 µg/L CUKUP = 100 -199 µg/L LEBIH = 200 - 299 µg/L OVER = > 300 µg/L	URINE (iodium/ keratin)
Pengukuran dengan TSH, free T4, dan Tiroglobulin	Menggunakan metode spektrofotometri, metode ELISA dengan Kit Produk Human. TSH merupakan indikator yang sensitif dalam menilai status yodium di dalam tubuh. Tiroglobulin merupakan cadangan dari yodium yang berikatan dengan protein pada kelenjar thiroid.	✓ WHO : <i>Limit of Detection of-400 mg/L</i> ✓ TSH : <0,01 µiu/L ✓ Free T4 : <0,05 µg/dl ✓ Tiroglobulin : 4-40µg/l	✓ SERUM TSH ✓ SERUM T4 ✓ SERUM TIROGLOBULIN

- Pemeriksaan iodium terbagi menjadi dua yaitu urinary iodine dan TSH pada serum
- Pengukuran kadar iodium urin yang paling banyak digunakan yaitu:

1. Sampel Urin 24 Jam

Merupakan sampel urin yang dikumpulkan selama 24 jam dari pagi dengan membuang urin pagi pertama hingga pagi hari berikutnya. *Urinary iodine concentration* (UIC) menggunakan sampel urin 24 jam merupakan "gold standar" untuk pengukuran asupan iodium dalam individu karena memberikan perkiraan yang lebih tepat daripada penggunaan sampel urin *on spot*.

2. Sampel Urin *on spot*

Salah satu sampel urin yang diambil salah satu dari urin yang dikeluarkan setiap waktu antar makan. Pengumpulan sampel urin *on spot* jauh lebih mudah daripada koleksi urin 24 jam. Dalam penelitian asupan iodium, penggunaan UIC menggunakan sampel urin 24 jam tidak memungkinkan untuk dilakukan

- Tabel Kriteria epidemiologi dalam menaksir yodium berdasarkan median konsentrasi yodium urin pada anak usia sekolah.

Median Yodium Urin (µg/L)	Asupan Yodium	Status Yodium
<20	Tidak cukup	Defisiensi Yodium Berat
20-49	Tidak cukup	Defisiensi Yodium Sedang
50-99	Tidak cukup	Defisiensi Yodium Ringan
100-199	Adekuat	Nutrisi Yodium Adekuat
200-299	Lebih dari cukup	Adekuat untuk Ibu Hamil tapi lebih untuk populasi secara umum
>=300	Berlebihan	Hipertiroidisme yang diinduksi yodium, penyakit tiroid autoimun

- Metode pengukuran : Acid digestion, diikuti oleh *spechtophotometric assay* menggunakan *the Sandell- Koltchof reaction*

3.TSH pada serum atau seluruh darah

- Jumlah TSH pada serum ataupun seluruh darah merefleksikan ketersediaan dan kecukupan hormon tiroid. Oleh karena itu, bisa sebagai indikator fungsi tiroid.
- Pada kekurangan iodium yang parah, konsentrasi serum TSH naik.
- Cutt Off Point :
Pada bayi baru lahir telah didefinisikan oleh WHO/UNICEF/ICCIDD (1994) sebagai berikut > 20-25 mU/L pada seluruh darah atau 40-50 mU/L pada serum direkomendasikan sebagai batas untuk melakukan penapisan pada kejadian hipotiroidisme bawaan
- Pengukuran TSH :
Dengan metode *Enzyme-Linked Immunosorbent* (ELISA) menggunakan antibodi monoklonal.
- Klasifikasi pemeriksaan kadar iodium dalam urin:
 1. Endemis Berat
Bila rata-rata ekskresi iodium dalam urine lebih rendah dari 25 µg iodium/gram kreatinin. Pada kondisi ini populasi memiliki resiko menderita kretinisme. (Andi Hakim Nasution, 1988)
 2. Endemik Sedang
Bila rata-rata diekskresi iodium dalam urine 25-50 µg/gram kreatinin. Pada kondisi ini sekresi hormon tiroid cukup, sehingga beresiko hipotiroidisme, tetapi tidak sampai kretinisme.
 3. Endemik Ringan
Bila rata-rata diekskresi iodium dalam urine lebih dari 50 µg/gr kreatinin. Pada keadaan ini suplai hormon tiroid cukup untuk perkembangan fisik dan mental yang normal.

Tes Formatif

1. Pada wilayah dengan endemis berat Iodium maka populasi tersebut berisiko mengalami
 - A. Hipotiroidisme
 - B. Hipertiroidisme
 - C. Kretinisme
 - D. Pembesaran leher
 - E. Kekurangan hormone tiroid
2. Berikut ini yang tidak termasuk akibat kekurangan kalsium adalah
 - A. Sekresi hormon paratiroid terhambat
 - B. Gangguan pertumbuhan pada anak
 - C. Osteoporosis
 - D. Osteomalasia
 - E. Tetani
3. Hemoglobin mulai menurun merupakan tanda defisiensi besi pada tahap ...
 - A. Deplesi besi
 - B. Eritropoiesis defisiensi besi
 - C. Anemia megaloblastik
 - D. Anemia defisiensi besi
 - E. Anemia hipokromik

4. Kekurangan mineral apakah yang menyebabkan pada sebagian kecil orang akan mengalami kebiasaan mengonsumsi zat-zat yang tidak lazim seperti bata, semen atau tembok?
- A. Fe
 - B. Zn
 - C. I
 - D. Se
 - E. Cu
5. Mineral apakah yang berfungsi menjaga kesehatan dan fungsi sistem kardiovaskular?
- A. Fe
 - B. Cu
 - C. Ca
 - D. Se
 - E. Zn

PERTEMUAN 12

PEMERIKSAAN KLINIS

Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu	Capaian Pembelajaran
<ul style="list-style-type: none"> • Kuliah interaktif • Diskusi • <i>Question based learning</i> 	150 menit	<ul style="list-style-type: none"> • Mahasiswa mampu menjelaskan pengukuran klinis dari berbagai zat gizi • Mahasiswa mampu menganalisis dan menginterpretasi data hasil pengukuran klinis dari berbagai zat gizi

Pemeriksaan klinis terbagi menjadi dua yaitu pemeriksaan fisik dan riwayat medis.

1. Medical history (riwayat medis) → catatan mengenai perkembangan penyakit
2. Pemeriksaan fisik → melihat dan mengamati gejala-gejala gangguan gizi baik sign (gejala yg dpt diamati) dan symptom (gejala yg tdk dpt diamati tapi dirasakan oleh penderita)

Metode ini didasarkan atas perubahan-perubahan yang terjadi, dikaitkan dengan ketidakcukupan gizi.

Pemeriksaan klinis dilakukan dengan beberapa cara, yaitu:

1. Anamnesis

Anamnesis adalah kegiatan wawancara antara pasien dengan tenaga kesehatan untuk memperoleh keterangan tentang keluhan dan riwayat penyakit atau gangguan kesehatan yang dialami seseorang dari awal sampai munculnya gejala yang dirasakan.

Anamnesis dapat dilakukan dengan dua cara yaitu:

- a. Auto-anamnesis yaitu kegiatan wawancara langsung kepada pasien karena pasien dianggap mampu diwawancarai.
- b. Allo-anamnesis yaitu kegiatan wawancara secara tidak langsung atau dilakukan wawancara/tanya jawab pada keluarga pasien atau orang yang mengetahui tentang pasien. Allo-anamnesis dilakukan karena pasien belum dewasa (anak-anak yang belum dapat mengemukakan pendapat terhadap apa yang dirasakan), pasien dalam keadaan tidak sadar karena berbagai hal, pasien tidak dapat berkomunikasi atau pasien yang mengalami gangguan jiwa.

2. Perkusi

Perkusi adalah melakukan mengetuk pada bagian tubuh tertentu untuk mengetahui reaksi yang terjadi atau suara yang keluar dari bagian tubuh yang diketuk.

3. Observasi

Observasi adalah kegiatan yang dilakukan dengan cara melakukan pengamatan pada bagian tubuh tertentu untuk mengetahui adanya gangguan kekurangan gizi. Misalnya mengamati bagian putih mata untuk mengetahui anemia, orang yang menderita anemia bagian putih matanya akan terlihat putih tanpa terlihat arteri yang sedikit kemerahan.

4. Palpasi

Palpasi adalah kegiatan perabaan pada bagian tubuh tertentu untuk mengetahui adanya kelainan karena kekurangan gizi. Misalnya melakukan palpasi dengan menggunakan kedua ibu jari pada kelenjar tyroid anak untuk mengetahui adanya pembesaran gondok karena kekurangan iodium.

5. Auskultasi

Auskultasi adalah mendengarkan suara yang muncul dari bagian tubuh untuk mengetahui ada tidaknya kelainan tubuh.


Riwayat Medis



- Dalam riwayat medis kita mencatat semua kejadian-kejadian yang berhubungan dengan gejala yang timbul pada penderita beserta faktor yang mempengaruhi timbulnya penyakit tersebut.
- Dengan cara wawancara pada pasien atau keluarga.
- Catatan tersebut meliputi:
 - ⊙ Identitas penderita: umur, jenis kelamin, pendidikan, pekerjaan, suku.
 - ⊙ Lingkungan : fisik dan sosial budaya.
 - ⊙ Sejarah timbulnya penyakit
 - ⊙ Data tambahan: apakah ada kelainan genetika atau tidak


Pemeriksaan Fisik

- Pengamatan terhadap perubahan fisik yang berkaitan dengan kekurangan gizi.
- Perubahan tersebut dapat dilihat pada jaringan epitel, yaitu rambut, mata wajah, mulut, lidah, gigi dan juga kelenjar tiroid.
- Pemeriksaan fisik terbagi menjadi:
 1. Kelompok 1: sign yang memang berhubungan dengan kurang gizi karena kekurangan salah satu atau lebih zat gizi yg dibutuhkan tubuh
 2. Kelompok 2: sign yang butuh investigasi lebih lanjut
 3. Kelompok 3: sign yang tdk berkaitan dg kurang gizi walaupun gejala hampir mirip

Berikut ini contoh pemeriksaan fisik pada bagian tubuh manusia.

No	Bagian tubuh	Pemeriksaan fisik	Gambar
1	Wajah	<p>Kelompok 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⊙ Penurunan pigmentasi pada kulit wajah yang tersebar secara berlebih apabila disertai anemia ⊙ Bentuk wajah seperti bulan, wajah menonjol ke luar. <p>Kelompok 2: Perinasal veins, keadaan yang mungkin disebabkan oleh konsumsi alkohol berlebih</p>	
2	Mata	<p>Kelompok 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⊙ Selaput mata pucat, dengan tanda berupa muka pucat. ⊙ Keratomalasia, keadaan permukaan halus/ lembut dari keseluruhan bagian tebal atau keseluruhan kornea. Jika kondisinya buruk, kornea berwarna putih buram. ⊙ Angular palpebritis, dengan tanda berupa celahan/rekahan di sebelah sisi mata dan kadang sangat erat kaitannya dengan angular stomatitis. <p>Kelompok 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⊙ <i>Corneal vascularization</i> : disebabkan oleh penyempitan pleksus timbal normal dan dapat mengakibatkan peradangan yang mempengaruhi kornea. ⊙ Conjunctival infection and circumcorneal: infeksi pada konjungtiva. ⊙ Corneal scars : keadaan kornea yang sifatnya tebal, dalam. Disebabkan oleh kekurangan vitamin A atau penyakit infeksi <p>Kelompok 3:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⊙ Pterygium : luka yang disebabkan oleh sesuatu berbentuk sayap yang dihasilkan oleh lipatan-lipatan ganda yang berdaging dari konjungtiva. ⊙ Biasanya menyerang kornea bagian lateral dan kemungkinan diakibatkan oleh iritasi yang berlangsung lama, terutama karena sinar matahari dan angin. 	
3	Bibir	<p>Kelompok 1:</p> <ul style="list-style-type: none"> ⊙ Angular stomatis : celah pada sudut-sudut mulut. 	

		<p>☉ Cheilosis : luka dicirikan dengan celah vertikal, yang lebih lanjut terkomplikasi menjadi merah, bengkak.</p> <p>Kelompok 2: Depigmentasi kronis pada bibir bawah.</p>	 
4	Lidah	<p>Gejala pada lidah bisa di akibatkan oleh makanan pedas, gigi palsu dan kekurangan gizi.</p> <p>kelompok 1:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Edema dari lidah 2. Lidah mentah atau scarlet, ditandai dengan lidah berwarna merah cerah perlahan-lahan mengalami pengulitan dan nyeri. 3. Lidah magenta, ditandai dengan warna lidah keunguan. 4. Artofil papila, papila filiform yang telah hilang membuat lidah terlihat tampak halus <p>Kelompok 2:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Papila hperamic</i>, lidah bergranula. 2. <i>fissures</i>, pecah-pecah pada permukaan lidah tanpa papila pada pinggiran atau bawahnya. <p>Kelompok 3:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Geographic tongue, yaitu keadaan lidah dengan daerah bintik yang tersebar tidak teratur dari denudasi dan atrophy epitelium. Menimbulkan rasa sakit dan nyeri 2. <i>Pigmented tongue</i>, berbintik dengan pigmentasi berlendir hitam. Biasanya terjadi pada bayi baru lahir 	
5	Gigi	<ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Molted enamel</i>, bintik putih dan kecoklatan. 2. Karies gigi, gigi yang rusak tunggal dan terganti. Kekurangan zat gizi pada 	

		<p>wanita hamil menyebabkan karies gigi.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Pengikisan, terjadi pada tepi gigi seri dan taring. 4. Hipoplasi email, formasi tidak sempurna pada gigi. 5. Erosi email, tempat email gigi yang telah tererosi dengan area yang sangat teratas. 	
6	Gusi	<p>Kelompok 1: <i>Spongy bleeding gums</i>, sangat kurangnya vitamin C.</p> <p>Kelompok 2: <i>Recession of gum</i>, kerusakan dan atrofi gusi yang menampakkan akar gigi.</p> <p>KELOMPOK 3: <i>Pyorrhoea</i>, infeksi tepi gusi yang meyebabkan kemerahan pada gusi dan gusi mudah berdarah.</p>	
7	Kelenjar	<p>Kelompok 1:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Pembesaran tiroid. 2. Pembesaran parotid : Kelenjarnya keras tidak lunak dan tidak nyeri. Bengkak tampak pada belahan telinga dan tersembunyi saat dilihat dari depan. <p>Kelompok 2: <i>Gynaecomastia</i>, pembesaran bilateral, terlihat dan teraba pada puting dan glandular subaeropal pada laki-laki.</p>	
8	Kulit	<p>Kelompok 1:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Xerosis, kulit kering tanpa mengandung air. 2. <i>Follicular hyperkeratosis</i> 3. <i>Petechiae</i>, bintik pada kulit atau membran berlendir yang sulit diihat pada kulit gelap. <p>Kelompok 2:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Mosaic dermation</i> 2. <i>Thickening and pigmentation of pressure point</i>, penebalan dengan pigmentasi pada lutut, siku dan depan mata kaki. 	

Kelebihan dan Kekurangan Pemeriksaan Klinis yaitu:

KELEBIHAN	KEKURANGAN
<ol style="list-style-type: none">1. Pemeriksaan klinis relatif murah dan tidak memerlukan biaya terlalu besar.2. Sederhana dan mudah diinteraksikan .3. Tidak memerlukan peralatan yang rumit.	<ol style="list-style-type: none">1. Beberapa gejala tidak mudah dideteksi2. Gejala klinis tidak bersifat spesifik, terutama pada penderita KEP ringan dan sedang.3. Adanya gejala klinis yang bersifat multipel.4. Adanya variasi dalam gejala klinis yang timbul

Tes Formatif

1. Metode apakah yang dapat digunakan untuk mengetahui adanya pembesaran gondok akibat kekurangan iodium?
 - A. Anamnesis
 - B. Observasi
 - C. Palpasi
 - D. Perkusi
 - E. Auskultasi
2. Metode apakah yang dilakukan dengan mendengarkan suara yang muncul dari bagian tubuh untuk mengetahui ada tidaknya kelainan tubuh?
 - A. Anamnesis
 - B. Observasi
 - C. Palpasi
 - D. Perkusi
 - E. Auskultasi
3. Tanda-tanda klinis dikelompokkan menjadi tiga kelompok. Tanda-tanda yang tidak berhubungan dengan salah gizi walaupun hampir mirip termasuk kelompok
 - A. 1
 - B. 2
 - C. 3
 - D. 4
 - E. 5
4. Tanda klinis pada lidah yang tidak berhubungan dengan kekurangan gizi
 - A. Edema dari lidah
 - B. Lidah mentah
 - C. Lidah magenta
 - D. Pigmentasi lidah
 - E. Atrofi papila
5. Pada pasien anak-anak, kegiatan wawancara dilakukan pada keluarga pasien. Hal ini disebut dengan
 - A. Auto-anamnesis
 - B. Allo-anamnesis
 - C. Observasi
 - D. Perkusi

PERTEMUAN 13

PEMERIKSAAN KLINIS KVA DAN ANEMIA

Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu	Capaian Pembelajaran
<ul style="list-style-type: none">• Presentasi• Kuliah interaktif• Diskusi• <i>Question based learning</i>	150 menit	Mahasiswa mampu memahami prinsip dan prosedur pengukuran klinis dan indikator penilaiannya (KVA dan Anemia)

A. KVA (Kekurangan Vitamin A)

- Kekurangan Vitamin A (KVA) adalah suatu kondisi dimana simpanan vitamin A dalam tubuh berkurang sehingga dapat menyebabkan rabun senja, xeroftalmia termasuk terjadinya kelainan anatomi bola mata dan gangguan fungsi sel retina yang dapat menyebabkan kebutaan.


INDIKATOR


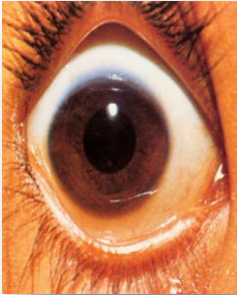


1. Kadar vitamin A plasma
 - normal $\geq 30 \mu\text{g/dl}$
 - $< 5 \mu\text{g/dl}$ → xerophthalmia
2. RBP →
 - Normal $\geq 20 \mu\text{g/dl}$
 - $< 20 \mu\text{g/dl}$ (KVA)
3. Vitamin A dalam hepar
 - Normal $\geq 15 \mu\text{g/dl}$
 - $< 15 \mu\text{g/dl}$ (KVA)



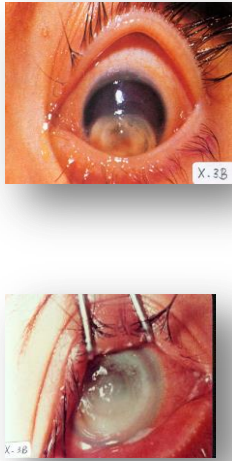
- Penyebab KVA antara lain
 - a. Asupan makanan kurang mengandung vitamin A seperti sayur hijau gelap/kuning, buah dan kuning telur.
 - b. Anak sering menderita diare & demam
 - c. Anak tidak mendapat ASI eksklusif dan tidak diberi ASI sampai 2 tahun.
 - d. Anak tidak mendapat kapsul Vit A secara teratur di posyandu pada bulan Februari dan Agustus
- Gejala klinis KVA pada mata akan timbul bila tubuh mengalami KVA yang telah berlangsung lama dan umumnya terjadi pada anak usia 2-3 tahun.
- Gejala xeroftalmia terbagi dua, yaitu :
 - i. Keadaan yang reversibel, yaitu keadaan yang dapat sembuh
 - a. Rabun atau buta senja (hemeropia)
 - b. Xerosis conjunctiva
 - c. Xerosis kornea
 - d. Bercak bitot

- ii. Keadaan yang irreversibel, yaitu keadaan yang agak sulit sembuh
 - a. Ulserasi kornea
 - b. Keratomalasia

- Pemeriksaan klinis pada KVA antara lain
 - a. Pemeriksaan klinis yang dilakukan adalah menggunakan metode anamnesis/kegiatan wawancara
 - b. Metode pemeriksaan yang kedua adalah dengan pemeriksaan observasi/pengamatan, bagaimana keadaan mata pada kondisi tersebut berdasarkan tanda dan gejala yang terlihat dari masing-masing penyakit.

No	Jenis KVA	Penyebab	Tanda Klinis	Gambar
1	Buta Senja/Rabun Senja/Hemeralopia (XN)	<ul style="list-style-type: none"> • Buta senja terjadi akibat gangguan pada sel batang retina. • Pada keadaan ringan, sel batang retina sulit beradaptasi di ruang yang remang-remang setelah lama berada di cahaya yang terang. • Penglihatan menurun pada senja hari, dimana penderita tidak dapat melihat lingkungan yang kurang cahaya. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pemeriksaan klinis dengan anamnesis. • Metode gelap-terang pada suatu ruangan, kemudian melakukan observasi/pengamatan 	

2	Conjunctiva Xerosis atau konjungtiva mengering (X1A)		<p>Selaput lendir mata tampak kurang mengkilat atau terlihat sedikit kering, berkeriput, dan berpigmentasi dengan permukaan kasar dan kusam.</p> <p>Keluhan: mata anak tampak kering atau berubah warna kecoklatan</p>	 
3	Bercak Bitot (X1B) dan konjungtiva mengering		<p>Bercak putih atau abu-abu kekuningan seperti busa sabun atau keju terutama celah mata sisi luar.</p>	 

4	Xerosis Kornea atau kornea mengering (X2)		<p>Kekeringan pada konjunktiva berlanjut sampai kornea, kornea tampak suram dan kering dengan permukaan tampak kasar.</p> <p>Keluhan: keadaan umum anak biasanya (gizi buruk dan menderita penyakit infeksi dan sistemik lainnya).</p>	
5	Ulserasi Kornea + kornea mengering (X3A)		<p>KVA yang lebih parah dari kornea mengering sehingga terjadi kehilangan frank epithelial dan ulserasi stroma baik dengan ketebalan sebagian atau seluruhnya.</p>	
6	Keratomalasia (X3B)	Akibat gabungan kekurangan protein dan vitamin A	<ul style="list-style-type: none"> • Semua kornea dan konjunktiva menjadi satu menebal sehingga bola mata kadang menjadi rusak bentuknya. • Keratomalasia dan tukak korna dapat berakhir dengan perforasi dan prolaps jaringan isi bola mata dan membentuk cacat tetap yang dapat menyebabkan kebutaan. 	

B. ANEMIA

- Menurut *WHO*, *Anemia* merupakan suatu keadaan dimana terjadi penurunan jumlah sel darah merah dengan nilai Hb (hemoglobin) kurang 13 g/dl untuk laki-laki dan kurang 12 g/dl untuk wanita.

Kadar Hb Normal	
Pria dewasa	13.5 – 17 g/dl
Wanita dewasa	12 – 15 g/dl
Ibu hamil	11 – 12 g/dl
Bayi baru lahir	14 – 24 g/dl
Anak-anak	11 – 16 g/dl

- Anemia diklasifikasikan menjadi 3 yaitu:
 - 1) Anemia Normositik Normokrom (sel normal) : <20-100 FL.
 - 2) Anemia Makrositik Hiperkrom (sel lebih besar) : >100 FL
 - 3) Anemia Mikrositik Hipokrom (sel lebih kecil): <80 FL
- Tanda klinis anemia yaitu
 - a. Lelah, Lesu, Lemah, Letih, Lunglai (5L): tanda klinis ini biasanya dapat dilihat dengan cara observasi/pengamatan, bagaimana kondisi pasien tersebut tidak aktif seperti biasanya
 - b. Bibir Tampak Pucat: tanda klinis ini juga dapat dilihat dengan cara pengamatan/observasi
 - c. Napas Pendek: tanda klinis dilihat dengan cara auskultasi, pasien diperiksa dengan stetoskop dibagian dada dan tarikan nafas pasien akan di dengar oleh ahli gizi/dokter
 - d. Lidah Licin: tanda klinis ini dapat di periksa melalui 2 metode yaitu pengamatan/observasi atau palpasi
 - e. Denyut Jantung Meningkat: tanda klinis ini menggunakan metode auskultasi
- Gejala anemia antara lain
 - a. 5 L (Lesu, Letih, Lemah, Lelah, Lunglai),
 - b. disertai sakit kepala dan pusing (“kepala muter”),
 - c. mata berkunang-kunang,
 - d. mudah mengantuk, cepat capai
 - e. sulit konsentrasi
 - f. gejala klinis penderita anemia muncul jika kadar Hb \leq 9 gr/dl ditandai dengan “pucat” pada muka, kelopak mata, bibir, kulit, kuku, dan telapak tangan.
- Pencegahan anemia
 1. Meningkatkan asupan makanan sumber zat besi

Perbedaan	Besi Heme	Besi Non Heme
Sumber	pangan hewani (besi heme), seperti: hati, daging (sapi dan kambing), unggas (ayam, bebek, burung), dan ikan	pangan nabati seperti sayuran berwarna hijau tua (bayam, singkong, kangkung) dan kelompok kacang-kacangan (tempe, tahu, kacang merah)
Penyerapan di tubuh	Sebesar 20-30%	Sebesar 1-10%

2. Banyak mengonsumsi makanan sumber vitamin C

3. Mengurangi makanan/minuman yg menghambat penyerapan zat besi seperti tannin pada teh, kalsium pada susu, fitat
4. Bagi remaja putri dan WUS → Minum satu tablet penambah darah satu tablet per minggu dan satu tablet setiap hari saat menstruasi

Tes Formatif

Untuk soal no 1-3

Faruq adalah siswa sekolah dasar. Dia memiliki keluhan di bagian matanya. Kemudian ia memeriksakannya ke dokter mata. Berikut ini adalah gambar bagian mata Faruq.



1. Berdasarkan keluhan yang dialami Faruq, kemungkinan Faruq mengalami ...
 - A. Xerosis kornea
 - B. Xerosis konjuntiva
 - C. Rabun senja
 - D. Ulserasi kornea
 - E. Bercak bitot
2. Manakah pernyataan yang tepat untuk keluhan Faruq tersebut?
 - A. masih dapat disembuhkan
 - B. agak sulit disembuhkan
 - C. menyebabkan kebutaan meskipun diobati
 - D. harus dilakukan operasi segera
 - E. perlu pemberian suplemen vitamin C dosis tinggi
3. Keluhan ini terjadi akibat Faruq kekurangan asupan ...
 - A. Vitamin K
 - B. Vitamin E
 - C. Vitamin D
 - D. Vitamin C
 - E. Vitamin A
4. Seorang dokter mengamati bagian putih mata untuk mengetahui apakah Taufik mengalami anemia atau tidak. Pemeriksaan klinis apakah yang dilakukan dokter tersebut?

- A. Anamnesis
 - B. Observasi
 - C. Perkusi
 - D. Auskultasi
 - E. Palpasi
5. Napas pendek pada penderita anemia dapat diketahui dengan cara ...
- A. Anamnesis
 - B. Observasi
 - C. Perkusi
 - D. Auskultasi
 - E. Palpasi

PERTEMUAN 14

PEMERIKSAAN KLINIS GAKI DAN KEP

Metode Pembelajaran	Estimasi Waktu	Capaian Pembelajaran
<ul style="list-style-type: none"> • Presentasi • Kuliah interaktif • Diskusi • <i>Question based learning</i> 	150 menit	Mahasiswa mampu memahami prinsip dan prosedur pengukuran klinis dan indikator penilaiannya (GAKI dan KEP)

A. GAKI (Gangguan Akibat Kekurangan Iodium)

- Secara klinis dapat didefinisikan kumpulan gejala yang timbul karena tubuh kekurangan unsur Iodium secara terus menerus dalam jangka waktu yang cukup lama.
- Penyebab GAKI antara lain:
 - a. Zat Gaitrogenik
 - b. Asupan iodium rendah
 - c. Lokasi Geografis
 - d. Genetik
- Defisiensi yodium akan meguras cadangan yodium serta mengurangi produksi T4. Penurunan kadar T4 dalam darah memicu sekresi TSH yang kemudian meningkatkan kegiatan kelenjar tiroid sehingga kelenjar tiroid membesar.



- Ciri-ciri gondok yaitu:
 - a. Selera makan menurun dan mulai berkurang
 - b. Mulut mulai terasa tegang dan sulit menguyah
 - c. Ketika malam hari suhu tubuh menurun
 - d. Terkadang sering mengalami dengungan di telinga
- Metode untuk menentukan pembesaran kelenjar gondok yaitu:
 - a. Inspeksi (Pengamatan)
 - b. Palpasi (Perabaan)
 - c. Ekskresi Yodium Urine (EYU)
- Urutan pemeriksaan kelenjar gondok adalah
 - a. Orang (sample) yang diperiksa berdiri tegak atau duduk menghadap pemeriksa

- b. Pemeriksa melakukan pengamatan di daerah leher
- c. Amati apakah ada pembesaran gondok
- d. Jika bukan sampel di minta menengadah dan menelan ludah. Hal ini bertujuan untuk apakah yang di temukan adalah kelenjar gondok atau bukan. Pada gerakan menelan kelenjar gondok anakat ikut terangkat
- e. Pemeriksa berdiri di belakang sampel dan lakukan palpasi. Pemeriksa meletakkan kedua jari telunjuk dan kedia jari tengah pada masing-masing lobus kelenjar gondok. Lalu lakukan palpasi dengan meraba
- f. Tentukan (mengdiagnosis) apakah sampel menderita gondok atau tidak. Apa bila salah satu atau keduanyaa lobus kelenjar lebih kecil ruas terakhir ibu jari orang yg d periksa (sample). Ketika terjadu sebaliknya maka orang tersebut menderita gondok



- Pencegahan GAKI
 - a. Jangka Panjang: suplementasi tidak langsung melalui fortifikasi garam konsumsi dengan iodium dimana program ini disebut garam iodium.
 - b. Jangka pendek: suplementasi langsung dengan Asupan makanan beriodium

B. KEP (Kekurangan Energi Protein)

- Kekurangan energi protein (KEP) adalah keadaan kurang gizi yang disebabkan oleh rendahnya konsumsi energy dan protein dalam makanan sehari-hari sehingga tidak memenuhi Angka Kecukupan Gizi (AKG) (Depkes, 1999).
- Malnutrisi energi protein adalah seseorang yang kekurangan gizi yang disebabkan oleh konsumsi energi protein dalam makanan sehari-hari atau gangguan penyakit tertentu. (Suparno, 2000).
- Faktor penyebab KEP yaitu (Nazirudin 1998)
 - a. Sosial ekonomi yang rendah.
 - b. Sukar atau mahalnya makanan yang baik.
 - c. Kurangnya pengertian orang tua mengenai gizi.
 - d. Kurangnya faktor infeksi pada anak (misal: diare).
 - e. Kepercayaan dan kebiasaan yang salah terhadap makanan (missal: tidak makan daging atau telur disaat luka).

- Gambaran klinis KEP
 - a. Pertumbuhan terganggu meliputi berat badan dan tinggi badan.
 - b. Perubahan mental berupa cengeng dan apatis.
 - c. Adanya cederm ringan atau berat karena penurunan protein plasma.
 - d. Jaringan lemak dibawah kulit menghilang, kulit keriput dan tanus otot menurun.
 - e. Kulit bersisik
 - f. Anemia
 - g. Carzy pavemen permatosisis (bercak-bercak putih dan merah muda dengan tepi hitam).
 - h. Pembesaran hati

- Orang yang mengidap gejala klinis KEP ringan dan sedang pada pemeriksaan hanya nampak kurus.
- Secara garis besar, gejala klinis KEP berat secara garis besar dapat dibedakan menjadi tiga yaitu kwashiorkor, marasmus, marasmus-kwashiorkor.
 1. Marasmus
 - a. Anak tampak sangat kurus, tampak seperti tulang terbungkus kulit (Observasi)
 - b. Wajah seperti orang tua (observasi)
 - c. Cengeng, rewel (Allo-anamnesis)
 - d. Kulit keriput, jaringan lemak subkutan sangat sedikit, bahkan sampai tidak ada (palpasi)
 - e. Sering disertai diare krnis atau kontipasi/susah buang air, serta penyakit kronis. (Anamnesis,biokimia)
 - f. Tekanan darah,detak jantung,dan pernapasan berkurang (Auskultasi)



2. Kwashiorkor
 - a. Edema,umumnya terdapat diseluruh tubuh dan terutama pada kaki (dorsum pedis) (perkusi,palpasi)
 - b. Wajah membulat dan sembab (Observasi,palpasi)
 - c. Otot-otot mengecil,lebih nyata apabila diperiksa pda posisi berdiri daripada duduk,anak berbaring terus-menerus. (Palpasi)
 - d. Perubahan status mental cengeng,rewel,kadang apatis (allo anamnesis)
 - e. Anak sering menolak segala jenis makanan (anoreksia) (anamnesis)
 - f. Pembesaran hati (perkusi,biokimia)
 - g. Sering disertai infeksi,anemia,dan diare(biokimia)
 - h. Rambut warnak merah kusam dan mudah dicabut (observasi)

- i. Gangguan kulit berupa bercak merah yang meluas dan berubah menjadi hitam terkelupas (observasi,palpasi)
- j. Pandangan mata anak nampak sayu(observasi)



3. Marasmus Kwashiorkor

Tanda-tanda marasmus-khwasiorkor adalah gabungan dari tanda-tanda yang ada pada marasmus dan khwasiorkor(Depkes RI,1999).



➤ Metode Penentuan

Untuk mendeteksi KEP, perlu dilakukan pemeriksaan (inspeksi) terhadap target organ yang meliputi:

1. Kulit seluruh tubuh terutama wajah,tangan,dan kaki
2. Otot-otot
3. Rambut
4. Mata
5. Hati
6. Gerakan motorik

➤ **Interpretasi**

Apabila dalam pemeriksaan fisik pada target organ anak banyak mengalami perubahan sesuai dengan tanda-tanda klinis KEP maka ada petunjuk bahwa anak tersebut kemungkinan besar menderita KEP. Meskipun demikian, perlu dicermati bahwa penilaian KEP masih memerlukan pengamatan lebih lanjut apakah termasuk marasmus, kwashiorkor, atau marasmus-kwashiorkor sesuai dengan tanda-tanda yang lebih spesifik.

Tes Formatif

Untuk soal no 1-3

Ibu Ratna merasakan adanya keluhan di sekitar leher. Untuk memastikan keadaannya, dia pergi ke dokter. Berikut ini adalah gambar bagian leher ibu Ratna.



1. Berdasarkan keluhan ibu Ratna di atas, pemeriksaan apakah yang akan dilakukan oleh dokter?
 - A. Pengukuran antropometri
 - B. Pemeriksaan klinis
 - C. Pemeriksaan biokimia
 - D. Pemeriksaan biofisik
 - E. Statistik vital
2. Berdasarkan keluhan ibu Ratna di atas, metode apakah yang tepat dilakukan oleh dokter tersebut dalam memeriksa ibu Ratna?
 - A. Perkusi
 - B. Auskultasi
 - C. Palpasi
 - D. Allo anamnesis
 - E. Observasi
3. Berdasarkan hasil pemeriksaan, kemungkinan Ibu Ratna mengalami....
 - A. KVA
 - B. GAKI
 - C. Marasmus
 - D. Kwashiorkor
 - E. Anemia
4. Anak marasmus memiliki jaringan lemak subkutan yang sangat sedikit bahkan sampai tidak ada. Hal ini dapat diketahui dengan metode ...
 - A. Anamnesis
 - B. Observasi
 - C. Perkusi

- D. Auskultasi
 - E. Palpasi
5. Berikut ini yang tidak termasuk ciri kwashiorkor adalah
- A. Rambut warna merah kusam dan mudah dicabut
 - B. Edema
 - C. Kulit keriput
 - D. Wajah membulat
 - E. Otot-otot mengecil

DAFTAR REFERENSI

1. Gibney MJ., Margett BM., Kearney JM., & Arab L. 2008. *Gizi Kesehatan Masyarakat*. Hartono A, penerjemah. Oxford: Blacwell Publishing Ltd. Terjemahan dari: *Public Health Nutrition*.
2. Gibson RS. 2005. *Principles of Nutritional Assessment. Second Edition*. New York: Oxford University Press.
3. Supriasa IDN., Bakri Bachyar., Fajar Ibnu. 2022. *Penilaian Status Gizi*. Jakarta: EGC.
4. Syarfaini. 2014. *Berbagai Cara Menilai Status Gizi Masyarakat*. Makassar. Alauddin
5. Par'i, Holil Muhammad. 2020. *Penilaian Status Gizi: Dilengkapi Proses Asuhan Gizi Terstandar*. Jakarta: EGC