BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Asma

2.1.1 Definisi penyakit asma

Asma dapat didefinisikan menurut ciri-ciri patologis, fisiologis dan klinis. Ciri-ciri patologis yang menonjol adalah inflamasi saluran napas yang kadang disertai dengan perubahan struktur saluran napas. Mengi merupakan tanda yang sering ditemukan pada pemeriksaan fisik. Ciri-ciri utama fisiologis adalah episode obstruksi saluran napas, yang ditandai oleh keterbatasan arus udara pada ekspirasi. Sedangkan ciri-ciri klinis yang menonjol adalah riwayat episode sesak, terutama pada malam hari yang sering disertai batuk. [16-18] Asma mempengaruhi masyarakat dari segala usia, tetapi paling sering dimulai pada masa kanak-kanak. [2]

2.1.2 Etiologi penyakit asma

Asma timbul disebabkan oleh beberapa faktor antara lain :

1. Alergen

   Allergen merupakan suatu zat-zat tertentu yang bila dihirup atau dimakan dapat menimbulkan serangan asma, misalnya debu rumah, kotoran tungau atau kecoa,spora jamur, bulu kucing, bulu binatang,serbuk sari, seafood, dll[19,20]

2. Polusi udara dalam ruangan

   Polusi udara dalam ruangan dari senyawa organik yang mudah menguap, termasuk parfum dan produk wangi. Contohnya termasuk sabun, sabun cuci piring cair, deterjen, pelembut kain, kertas tisu,

handuk kertas, kertas toilet, sampo, hairspray, gel rambut, kosmetik, krim wajah, krim matahari, deodoran, *cologne*, krim cukur, *aftershave lotion*, penyegar udara dan lilin, dan produk-produk seperti cat berbasis minyak. [20,21]

3. Infeksi saluran pernapasan

   Terutama disebabkan oleh virus. Salah satu virus nya yaitu virus influenza yang merupakan salah satu faktor pencetus yang paling sering menimbulkan asma bronkhial. [19]

4. Tekanan jiwa

   Faktor ini mencetuskan serangan asma terutama pada wanita dan anak-anak. [19] Hal ini dapat memodulasi sistem kekebalan tubuh, menyebabkan respons peradangan meningkat terhadap alergen dan polutan. [22]

5. Olahraga atau kegiatan jasmani yang berat

   Sebagian penderita asma bronkhial akan mendapatkan serangan asma bila melakukan olahraga atau aktivitas fisik yang berlebihan. Lari cepat dan bersepeda adalah dua jenis kegiatan paling mudah menimbulkan serangan asma. Serangan asma karena kegiatan jasmani (*exercise induced asthma* – EIA) terjadi setelah olahraga atau aktivitas fisik yang cukup berat dan jarang serangan timbul beberapa jam setelah olahraga. [19]

6. Obat-obatan

   Beberapa klien dengan asma bronkhial sensitif atau alergi

terhadap obat tertentu seperti penisilin[23], aspirin[24], beta blocker[25], kodein[19], dan sebagainya.

7. Polusi udara luar ruangan

   Klien asma sangat peka terhadap udara berdebu, asap pabrik/kendaraan, asap rokok, asap yang mengandung hasil pembakaran dan oksida fotokemikal, serta bau yang tajam. [19]

8. Lingkungan kerja

   Lingkungan kerja diperkirakan merupakan faktor pencetus yang menyumbang 2-15% klien dengan asma bronchial. [19]

2.1.3.Patofisiologi penyakit asma

2.1.3.1 Bronkokonstriksi

Selama episode asma, peradangan saluran napas bereaksi terhadap pemicu lingkungan seperti asap, debu, atau serbuk sari. Saluran udara menyempit dan memproduksi lendir yang berlebihan, sehingga sulit untuk bernapas. Akan tetapi, saluran yang menyempit dapat kembali seperti semula. Intinya, asma adalah hasil dari respon imun dalam saluran udara bronchial. [26]

Saluran udara pasien asma hipersensitif terhadap pemicu tertentu, juga dikenal sebagai stimuli. Hal ini biasanya diklasifikasikan sebagai hipersensitivitas tipe I. Menanggapi paparan pemicu ini, bronkus (saluran udara besar) kontraksi menjadi spasme (sebuah "serangan asma"). Peradangan segera mengikuti, yang mengarah ke penyempitan lebih lanjut dari saluran udara dan produksi lendir yang berlebihan, yang menyebabkan batuk dan kesulitan bernapas lainnya.

Bronkospasme kemungkinan sembuh secara spontan dalam 1-2 jam atau dapat menjadi bagian dari respon 'akhir', di mana keadaan awal ini diikuti dengan bronkokonstriksi lanjut dan peradangan 3-12 jam kemudian. [27]

Pengaturan normal bronkus dikelola oleh fungsi seimbang sistem ini, yang keduanya beroperasi secara refleks. Refleks lingkaran parasimpatik terdiri dari aferen ujung saraf yang berasal di bawah lapisan dalam bronkus. Setiap kali ujung saraf aferen dirangsang (misalnya , debu, udara dingin atau asap) impuls perjalanan ke pusat vagal otak-batang, kemudian turun eferen jalur vagal untuk kembali mencapai saluran udara kecil bronkus. asetilkolin dilepaskan dari ujung saraf eferen. hasil asetilkolin ini dalam pembentukan berlebihan inositol 1,4,5-trisphosphate (IP3) dalam sel otot polos bronkus yang menyebabkan pemendekan otot dan ini memulai bronkokonstriksi.

2.1.3.2 Inflamasi bronkial

Mekanisme di balik asma alergi seperti asma akibat respon imun terhadap alergen hirup merupakan faktor penyebab yang terbaik untuk dipahami. Pada penderita asma dan orang-orang yang bebas dari penyakit, alergen hirup yang menemukan jalan mereka ke dalam saluran udara yang tertelan oleh jenis sel yang dikenal sebagai *antigen-presenting cell*, atau APC. APC kemudian memberikan potongan alergen ke sel-sel sistem kekebalan tubuh lainnya. Pada kebanyakan orang, sel-sel kekebalan lainnya (sel TH0) memeriksa dan biasanya mengabaikan molekul alergen. Pada pasien asma, namun, sel-sel ini berubah menjadi berbagai jenis sel (TH2), untuk alasan yang tidak dipahami dengan baik.

Sel-sel TH2 dihasilkan mengaktifkan instrumen penting dari sistem kekebalan tubuh, yang dikenal sebagai sistem kekebalan humoral. Sistem imun humoral menghasilkan antibodi terhadap alergen inhalasi. Kemudian, ketika pasien menghirup alergen yang sama, antibodi ini mengenali dan mengaktifkan respon humoral. Peradangan menghasilkan bahan kimia yang diproduksi yang menyebabkan dinding jalan napas menebal, sel-sel yang memproduksi jaringan parut berkembang biak dan berkontribusi untuk lebih 'modifikasi jalan napas', menyebabkan sel-sel lendir memproduksi untuk tumbuh lebih besar dan menghasilkan lebih banyak dan lebih tebal lendir, dan instrumen sel-dimediasi sistem imun diaktifkan. Saluran udara yang meradang lebih hiper-reaktif, dan akan lebih rentan terhadap bronkospasme.

Sebuah hipotesis yang disebut *hygiene hypothesis* mendalilkan bahwa ketidakseimbangan dalam regulasi ini TH jenis sel pada awal kehidupan menyebabkan dominasi jangka panjang dari sel yang terlibat dalam reaksi alergi atas mereka yang terlibat dalam memerangi infeksi. Sarannya adalah bahwa untuk anak yang terkena mikroba pada awal kehidupan, minum antibiotik yang lebih sedikit, yang tinggal di sebuah keluarga besar, dan tumbuh di negara ini merangsang respon TH1 dan mengurangi kemungkinan mengembangkan asma. [28] Asma dikaitkan dengan keadaan prokoagulan dalam ruang bronchoalveolar. [29]

2.2 Tes Fungsi Paru

Tes Fungsi Paru (TFP) adalah evaluasi lengkap dari sistem pernapasan termasuk riwayat pasien, pemeriksaan fisik, pemeriksaan dada x-ray, analisa gas

darah arteri, dan tes fungsi paru dengan spirometri. Tujuan utama dari pengujian fungsi paru adalah untuk mengidentifikasi tingkat keparahan kerusakan paru. Pengujian fungsi paru memiliki peran diagnostik dan terapeutik dan membantu dokter menjawab beberapa pertanyaan umum tentang pasien dengan penyakit paru-paru.

2.2.1.Indikasi Tes Fungsi Paru

1. Gangguan neuromuskuler pada anak

Gangguan neuromuskuler seperti distrofi otot Duchenne yang berhubungan dengan hilangnya fungsi otot bertahap dari waktu ke waktu. Keterlibatan otot pernapasan dalam kemampuan untuk batuk memburuk dan penurunan kemampuan untuk bernapas dengan baik dan menyebabkan atelektasis (ketidakmampuan paru-paru untuk mendapatkan oksigen) dan insufisiensi keseluruhan kekuatan paru-paru.[30] Kombinasi *compliance* paru berkurang disebabkan oleh microatelectasis yang luas dan kecacatan dinding dada yang disebabkan oleh peningkatan *compliance* dinding dada yang menyebabkan peningkatan kerja pernapasan dan insufisiensi pernafasan kronis.[31] Deformitas muskuloskeletal seperti kyphoscoliosis berkontribusi pada penyakit paru restriktif.

Pengujian fungsi paru pada pasien dengan gangguan neuromuskuler membantu untuk mengevaluasi status pernapasan pasien pada saat diagnosis, memantau kemajuan dan tentu saja mereka, mengevaluasi mereka untuk operasi mungkin, dan memberikan ide keseluruhan prognosis. [32]

2. Indikasi lain

a. Dyspnea kronis

b.Asma

c. Penyakit paru obstruktif kronik

d. Penyakit paru restriktif

e. Pengujian pra operasi

f. Kecacatan

2.2.2 Pengukuran Fungsi Paru

2.2.2.1 Spirometri

Mengukur mekanika paru dengan menilai kemampuan paru-paru untuk memindahkan volume besar udara secara cepat melalui saluran udara untuk mengidentifikasi obstruksi jalan napas. Aspek yang paling penting dari spirometri adalah kapasitas vital paksa (FVC), yang merupakan volume yang dikeluarkan selama ekspirasi dibuat tegas dan selengkap mungkin mulai dari inspirasi penuh paksa, dan volume ekspirasi paksa (FEV) dalam satu detik, yang merupakan volume disampaikan dalam detik pertama manuver FVC.

Pengukuran diambil oleh perangkat spirometri digunakan untuk menghasilkan *pneumotachograph* yang dapat membantu untuk menilai kondisi paru-paru seperti: asma, fibrosis paru, fibrosis kistik, dan penyakit paru obstruktif kronik. Hasil tes dapat digunakan untuk mendiagnosa bronkial hiperresponsif, udara dingin, atau agen farmakokimiawi.[33] Pasien dilakukan anamnesa, pengukuran tinggi badan dan berat badan sebelum melakukan pengukuran spirometri. Pada spirometer terdapat nilai prediksi untuk orang Asia berdasarkan

umur dan tinggi badan. Penyesuaian nilai prediksi dilakukan menggunakan standar Indonesia bila nilai prediksi tidak sesuai dengan standar Indonesia. Volume udara yang dihasilkan dibuat prosentase pencapaian terhadap angka prediksi. [33,35]

Pelaporan pengukuran fungsi paru[35] :

1. *Forced Vital Capacity* (FVC) adalah jumlah udara yang dapat di keluarkan secara paksa setelah inspirasi maksimal, dan di ukur dalam liter

2. *Forced expiratoy volume in one second* (FEV1) adalah jumlah udara yang dapat dikeluarkan dalam satu detik, di ukur dalam liter. Bersama dengan FCV merupakan indikator utama fungsi paru

3. FEV1% merupakan rasio FEV1/FVC. Pada orang sehat nilai normalnya sekitar 75 – 80%

4. Peak expiratory flow (PEF) merupakan kecepatan pergerakan udara keluar dari paru pada awal ekspirasi, di ukur dalam liter/detik.

5. Forced expiratory flow (FEF) merupakan kecepatan rata-rata aliran udara keluar dari paru selama pertengahan pernafasan. Sering juga di sebut sebagai MMEF (Maximal Mid-Expiratory Flow).

Klasifikasi gangguan ventilasi (% nilai prediksi) :

a. Gangguan restriksi : Vital Capacity (VC) < 80% nilai prediksi; FVC < 80% nilai prediksi

b. Gangguan obstruksi : FEV1 < 80% nilai prediksi; FEV1/FVC < 75% nilai prediksi

c. Gangguan restriksi dan obstruksi : FVC < 80% nilai prediksi; FEV1/FVC < 75% nilai prediksi.

2.2.2.2 Manuver FEV1 dan FVC[34]

FVC adalah volume maksimal udara dihembuskan dengan usaha maksimal paksa dari inspirasi maksimal, yaitu kapasitas vital dilakukan dengan upaya ekspirasi maksimal paksa, dinyatakan dalam liter pada suhu tubuh dan tekanan ambien jenuh dengan uap air (BTPS). FEV1 adalah volume maksimal udara dihembuskan pada detik pertama ekspirasi paksa dari posisi inspirasi penuh, dinyatakan dalam liter pada BTPS.

Ada tiga tahap yang berbeda untuk manuver FVC, sebagai berikut: 1) inspirasi maksimal; 2) sebuah " ledakan " pernafasan; dan 3) pernafasan lengkap menerus untuk tes akhir.

Subjek harus menghirup cepat dan benar-benar dari kapasitas residual fungsional , tabung pernapasan harus dimasukkan ke dalam mulut subjek (jika ini belum dilakukan), pastikan bibir disegel di sekitar corong dan lidah tidak menutup jalan, dan kemudian manuver FVC harus dimulai dengan ragu-ragu minimal. Penurunan PEF dan FEV1 telah terbukti ketika inspirasi lambat dan atau ada jeda 4 – 6 detik pada kapasitas paru-paru keseluruhan sebelum memulai pernafasan.[36] Oleh karena itu, penting bahwa inspirasi sebelumnya cepat dan setiap jeda pada inspirasi penuh menjadi minimal (yaitu hanya untuk 1-2 detik). Tes mengasumsikan inhalasi penuh sebelum memulai pernafasan paksa, dan sangat penting bahwa subjek mengambil inhalasi selesai sebelum mulai manuver. Subjek harus diminta untuk menghembus kuat bukan hanya meniup udara dari paru-paru mereka, dan kemudian subjek harus diminta untuk sepenuhnya napas. Sepanjang manuver, pembinaan antusias subjek menggunakan bahasa tubuh dan frase yang sesuai,

seperti " lanjutkan ", diperlukan. Hal ini sangat membantu untuk mengamati subyek dengan melirik sesekali untuk memeriksa tekanan, dan untuk mengamati *tracing* selama tes untuk membantu memastikan upaya maksimal. Jika pasien merasa pusing , manuver harus dihentikan, karena gangguan berkepanjangan vena kembali ke dada diikuti oleh keadaan pingsan. Hal ini lebih mungkin terjadi pada subjek usia tua dan orang-orang dengan keterbatasan aliran udara. Melakukan kapasitas vital (VC) maneuver daripada FVC, dapat membantu untuk menghindari sinkop pada beberapa subjek. Mengurangi upaya setengah jalan melalui manuver[37] dapat memberikan volume ekspirasi yang lebih tinggi pada beberapa subjek, tapi kemudian tidak lagi ekspirasi maksimal paksa. *Well-fitting false teeth* tidak harus rutin dihapus, karena mereka melestarikan orofaringeal geometri dan hasil spirometri umumnya lebih baik dengan mereka di tempat[38].

Anak-anak berusia 5 tahun dapat melakukan spirometri yang tepat jika dibina dengan tepat [39] dan teknisi yang terlibat dalam tes fungsi paru anak-anak harus dilatih secara khusus akan menangani dengan situasi seperti ini. Cerah, suasana yang menyenangkan, termasuk mainan yang sesuai dengan usia, bahan bacaan dan kesenian, sangat penting dalam membuat anak-anak merasa nyaman. Sebuah dorongan, instruksi sederhana yang rinci, kurangnya intimidasi dan umpan balik visual dalam pengajaran penting dalam membantu anak-anak untuk melakukan manuver. Bahkan jika gagal di sesi pertama, anak-anak akan belajar untuk tidak terlalu terintimidasi dan dapat melakukan jauh lebih baik di sesi berikutnya. Pengujian anak dalam laboratorium orang dewasa, di mana tidak ada

upaya dilakukan untuk memenuhi kebutuhan spesifik dari subjek usia muda, harus dihindari.

Penggunaan klip hidung atau oklusi manual dari nares dianjurkan, dan, untuk alasan keamanan, pengujian harus lebih dilakukan dalam posisi duduk, menggunakan kursi dengan tangan dan tanpa roda. Jika pengujian dilakukan dengan berdiri pasien atau di posisi lain, ini harus didokumentasikan pada laporan.

Evaluasi pada saat dilakukan maneuver yang paling penting adalah kriteria tes akhir (KTA). Kriteria tes akhir digunakan untuk mengidentifikasi upaya FVC yang wajar, dan ada dua kriteria tes akhir dianjurkan, sebagai berikut. 1) Subjek tidak dapat atau seharusnya tidak melanjutkan pernafasan lanjut. Meskipun subjek harus didorong untuk mencapai upaya maksimal mereka, mereka harus diizinkan untuk menghentikan manuver sendiri di setiap saat, terutama jika mereka mengalami ketidaknyamanan. Teknisi juga harus waspada terhadap setiap indikasi bahwa pasien mengalami ketidaknyamanan, dan harus mengakhiri uji jika pasien menjadi tidak nyaman atau mendekati sinkop. 2) Volume waktu kurva menunjukkan tidak ada perubahan volume (, 0,025 L) untuk ≧1 detik, dan subjek telah mencoba menghembuskan napas untuk ≧3 detik pada anak usia<10 thn dan ≧6 detik pada anak usia >10 thn.

Sebuah KTA memuaskan mungkin masih telah dicapai, namun sebuah tanda pada peralatan akan membantu teknisi mencari di mana subjek mungkin membutuhkan lebih banyak dorongan.Perlu dicatat bahwa penutupan glotis prematur mungkin mengakhiri manuver pada < 6 detik, bahkan ketika durasi ekspirasi melebihi 6 detik. Pasien dengan obstruksi saluran udara atau subjek usia

tua, waktu expirasi lebih dari 6 detik sering kali diperlukan . Akan tetapi, waktu expirasi yang melebihi dari 15 detik jarang akan mengubah penentuan klinis..Ekspirasi yang banyak dan berkepanjangan jarang dibenarkan dan dapat menyebabkan kepala terasa ringan, sinkop, kelelahan dan ketidaknyamanan yang tidak perlu.Informasi seperti FEV1 dapat berguna (tergantung pada panjang pernafasan) dan dapat dilaporkan dari awal terminasi manuver. Beberapa anak-anak mungkin mengalami kesulitan memenuhi kriteria tes akhir dari American Thoracic Society [40], meskipun mereka mungkin memenuhi kriteria pengulangan lainnya.[41]

Terdapat kriteria tambahan yaitu batuk pada detik pertama manuver dapat mempengaruhi nilai FEV1 yang diukur. Batuk di detik pertama atau batuk lain yang, menurut penilaian teknisi, mengganggu pengukuran hasil yang akurat[40] akan membuat tes tidak dapat diterima. Sebuah manuver Valsava (penutupan glotis) atau ragu-ragu selama manuver yang menyebabkan terhentinya aliran udara dengan cara yang menghalangi perkiraan yang akurat baik FEV1 atau FVC[40] akan membuat tes tidak dapat diterima.Harus tidak ada kebocoran di mulut.[40] Pasien dengan penyakit neuromuskuler mungkin memerlukan bantuan dari teknisi untuk menjamin segel yang memadai. Obstruksi corong, misalnya oleh lidah yang ditempatkan di depan corong atau gigi di depan corong, atau distorsi dari menggigit, dapat mempengaruhi kinerja baik perangkat atau subjek.

Evaluasi diantara maneuver menggunakan kriteria yang telah dijelaskan sebelumnya, tes yang memadai membutuhkan minimal tiga manuver FVC yang dapat diterima. Pengulangan yang dapat diterima dicapai bila perbedaan antara yang terbesar dan terbesar berikutnya dari FVC adalah $\leqq$0.150 L dan perbedaan

antara yang terbesar dan terbesar berikutnya dari FEV1 adalah ≦0.150 L.[42] Bagi mereka dengan FVC ≦1.0 L, kedua nilainya adalah 0.1 L. Jika kriteria ini tidak terpenuhi dalam tiga manuver, uji coba tambahan harus dicoba, sampai biasanya tidak lebih dari, delapan manuver. Variabilitas besar antara tes ini sering disebabkan oleh inhalasi tidak lengkap. Beberapa pasien mungkin memerlukan waktu istirahat singkat antara manuver. Kurva volume-waktu atau aliran-volume dari setidaknya yang terbaik tiga manuver FVC harus dipertahankan.

Pengukuran FVC yang dapat diterima harus ditentukan dengan memastikan bahwa rekomendasi yang diuraikan sebelumnya pada melakukan tes FVC sudah terpenuhi. Kriteria pengulangan digunakan untuk menentukan kapan lebih dari tiga manuver FVC yang dapat diterima diperlukan.Kriteria ini tidak akan digunakan untuk mengecualikan hasil dari laporan atau mengecualikan subyek dari penelitian. Hasil pelabelan berasal dari data yang tidak sesuai dengan pengulangan.

Kriteria dijelaskan sebelumnya dianjurkan. Selain itu, Kriteria pengulangan adalah persyaratan minimum. banyak subjek yang mampu mencapai FVC dan FEV1 pengulangan ke dalam 0.150 L. Manoeuvres dengan awal yang dapat diterima tes atau batuk (kurva dapat digunakan) harus dibuang sebelum menerapkan Kriteria pengulangan dan tidak dapat digunakan dalam menentukan nilai-nilai terbaik. Manuver dengan terminasi dini atau manuver valsava dapat digunakan untuk memilih FVC terbesar dan FEV1.

2.2.2.3 Puncak arus ekspirasi /*Peak Expiratory Flow* (PEF)

Merupakan aliran tertinggi dicapai dari maksimum paksa manuver ekspirasi dimulai tanpa ragu-ragu dari posisi inflasi paru maksimal.[43] Ketika itu diperoleh dari aliran-data volume kurva, itu dinyatakan di BTPS di $L.s^{-1}$. Itu mendefinisikan karakteristik dari kurva arus-waktu, dalam kaitannya dengan PEF, yang waktu yang dibutuhkan untuk aliran meningkat dari 10% dari PEF sampai 90% dari PEF, yaitu waktu naik (RT), dan durasi yang mengalir adalah .90% dari PEF, yang disebut waktu tinggal (DT). Ketika PEF diperoleh dengan instrumen monitoring portable, dinyatakan dalam $L.min^{-1}$.

Nilai PEF tergantung pada usaha dan volume paru-paru, dan kerjasama subjek yang baik. PEF harus dicapai secepat mungkin dan pada tinggi volume paru-paru mungkin, dalam rangka untuk mendapatkan nilai maksimum.[44] Subjek harus diminta untuk meniup sekeras mungkin. Leher harus berada dalam posisi netral, tidak tertekuk atau diperpanjang, dan subjek tidak harus batuk. Sebuah klip hidung tidak diperlukan. Setelah titik inflasi paru-paru penuh, subjek harus memberikan tiupan tanpa penundaan. Ragu-ragu sesedikit 2 detik atau meregangkan leher memungkinkan visco-elastisitas trakea untuk relaksasi dan PEF turun sebanyak 10%.[45] Tertutup lidah, meludah atau batuk pada awal tiupan dapat meningkatkan hasil palsu PEF yang tercatat dalam beberapa perangkat. Di laboratorium, subjek harus melakukan minimal tiga PEF manuver. Ketika PEF dilakukan sendiri, penting bahwa subjek telah diajarkan secara memadai bagaimana untuk melakukan tes, ketika melakukan hal itu dan tindakan apa untuk dilakukan tergantung pada nilai yang dihasilkan diperoleh.

2.3 Antropometri gizi

2.3.1 Definisi antropometri gizi

Antropometri didefinisikan sebagai pengukuran dimensi tubuh manusia mencakup dimensi tulang, otot dan lemak. Keadaan dan kesehatan secara umum baik pada individu maupun populasi dapat dicerminkan dari perubahan pada dimensi tubuh manusia. Pengukuran antropometri dapat berguna untuk menilai status nutrisi individu atau populasi, mengidentifikasi keadaan gizi buruk, pembuatan grafik revisi pertumbuhan, memperkirakan risiko penyakit, dan mengkaji komposisi tubuh (persen lemak tubuh, massa tubuh tanpa lemak, dan massa lemak), densitas tulang secara menyeluruh, pertumbuhan jangka pendek dan jangka panjang. [46-48]

Secara umum pengukuran antropometri pada anak meliputi pengukuran panjang atau tinggi badan, berat badan, dan lingkar kepala (dari usia 0 sampai usia 3 tahun). Parameter yang dianjurkan oleh WHO untuk diukur pada survei gizi diantaranya dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Parameter yang dianjurkan WHO untuk diukur pada survei gizi[45]

Usia	Pengamatan di lapangan	Pengamatan lebih rinci
0 – 1 tahun	Berat dan panjang badan.	Panjang batang badan, lingkar kepala dan dada, diameter krista iliaca, lipat kulit dada, triceps, dan subscapula

1 – 5 tahun	Berat dan panjang badan (sampai 3 tahun), tinggi badan (diatas 3 tahun), lipat kulit biseps dan triceps, dan lingkar lengan	Panjang batang badan (3 tahun), lingkar kepala dan dada (inspirasi setengah), diameter bikristal, lipat kulit dada dan subskapula, lingkar betis, rontgen postero-anterior tangan dan kaki.
5 – 20 tahun	Berat dan tinggi badan, lipat kulit triceps.	Tinggi duduk, diameter bikristal, diameter bikromial, lipat kulit di tempat lain, lingkar lengan dan betis, rontgen postero-anterior tangan dan kaki.
>20 tahun	Berat dan tinggi badan, lipat kulit triceps.	Lipat kulit di tempat lain, lingkar lengan dan betis.

2.3.2 Panjang badan atau tinggi badan

Panjang badan atau tinggi badan merupakan indikator umum dalam mengukur tubuh dan panjang tulang serta dapat mencerminkan status nutrisi jangka panjang pada anak. Alat yang digunakan untuk mengukur tinggi badan disebut stadiometer. Cara pengukuran yang tepat pada tinggi badan ialah subjek diukur dalam keadaaan berdiri tegak lurus, kedua tangan merapat ke badan, tanpa alas kaki, pantat dan punggung menempel di dinding, dan pandangan mata diarahkan ke depan. Kedua lengan tergantung relaks di samping badan. Potongan kayu atau logam (bagian dari akar pengukur tinggi yang dapat digeser-geser) diturunkan hingga menyentuh kepala (bagian verteks). Sentuhan diperkuat jika anak yang diperiksa berambut tebal. Indeks lain yang terpercaya

dan sahih untuk mengukur tinggi badan antara lain: panjang tungkai bawah (*knee height*), panjang lengan atas (*upper arm length*), dan rentang lengan (*arm span*). Semua pengukuran diatas dilakukan sampai ketelitian 0,1 cm.[46,49,50]

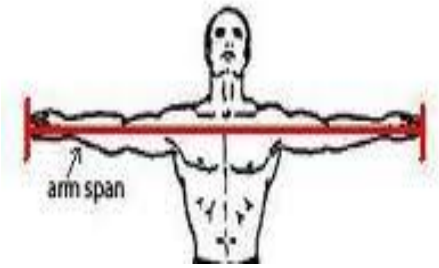
2.3.3 Berat badan

Berat badan merupakan indikasi antropometri yang mudah dimengerti, oleh sebab itu lazim digunakan.Jumlah protein, lemak, massa tulang, air dan mineral dapat dicerminkan dari berat badan.[51] Biarpun demikian, untuk menilai status gizi umumnya berat badan dihubungkan dengan data lain agar menjadi ukuran valid seperti umur, jenis kelamin, dan tinggi badan. Pengukuran terbaik dilakukan pagi hari, sebelum makan, dan setelah buang air. Berat badan diukur dengan menggunakan timbangan digital atau timbangan dacin. [47,48,51]

2.3.4 Rentang tangan

Merupakan pengukuran jarak maksimum antara jari tengah diperpanjang dari tangan kanan dan kiri. Umumnya, pada anak-anak pengukuran rentang tangan 1 cm lebih pendek dari tinggi badan, pada remaja rentang lengan adalah panjang sama dengan tinggi, dan pada orang dewasa pengukuran rentang tangan melebihi tinggi badan sekitar 5 cm. Rentangan tangan sangat berkorelasi dengan tinggi badan dan dapat digunakan untuk memperkirakan tinggi badan seseorang bila tinggi atau panjang telentang tidak dapat diukur. [53-59] Usia dan jenis kelamin mempengaruhi panjang rentang tangan dan tinggi badan anak.[55] Oleh sebab itu, harus diperhitungkan untuk memperoleh prediksi terbaik tinggi badan dari rentang tangan. Dikarenakan tinggi badan berkorelasi dengan volume paru dan

parameter fungsi paru tertentu lainnya, rentang tangan dapat digunakan sebagai prediktor atau pengganti untuk tinggi dalam memprediksi parameter paru yang dipilih. Selain itu, peningkatan rasio rentang tangan pada tinggi badan dapat mengacukan hilangnya tinggi badan seperti di kyphosis dan kyphoscoliosis yang berhubungan dengan osteopenia dan osteoporosis.[53]



Gambar 1. Rentang Tangan (*Arm Span*)