

BAB 2

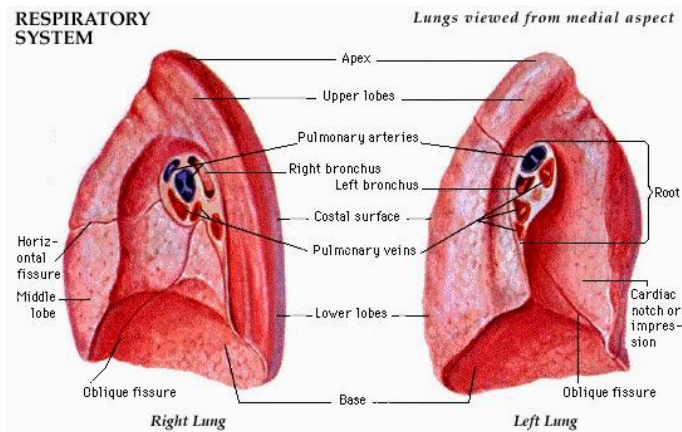
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Anatomi dan Fisiologi Respirasi

2.1.1 Anatomi dan Fungsi Paru

Paru merupakan organ yang elastis dan terletak di dalam rongga dada bagian atas, bagian samping dibatasi oleh otot dan rusuk, dan bagian bawah dibatasi oleh diafragma yang berotot kuat. Paru terdiri dari dua bagian yang dipisahkan oleh mediastinum yang berisi jantung dan pembuluh darah. Paru kanan mempunyai tiga lobus yang dipisahkan oleh fissura obliquus dan horizontal sedangkan paru kiri hanya mempunyai dua lobus yang dipisahkan oleh fissura obliquus. Setiap lobus paru memiliki bronkus lobusnya masing-masing. Paru kanan mempunyai sepuluh segmen paru, sedangkan paru kiri mempunyai sembilan segmen.⁷

Paru diselubungi oleh lapisan tipis kontinyu yang mengandung kolagen dan jaringan elastis, dikenal sebagai *pleura visceralis*, sedangkan lapisan yang menyelubungi rongga dada dikenal sebagai *pleura parietalis*. Di antara kedua pleura terdapat cairan pleura yang berfungsi untuk memudahkan kedua permukaan pleura bergerak selama bernafas dan untuk mencegah pemisahan thoraks dan paru. Tekanan dalam rongga pleura lebih rendah dari tekanan atmosfer, sehingga mencegah terjadinya kolaps paru. Selain itu rongga pleura juga berfungsi menyelubungi struktur yang melewati hilus keluar masuk dari paru.^{7,8}



Gambar 1. Anatomi Paru Kanan dan Kiri Dilihat dari Sisi Medial

Sumber : Faiz O⁸

Bronkhi dan jaringan parenkim paru mendapat pasokan darah dari arteri bronkialis cabang dari *aorta thoracalis descendens*. Vena bronkialis yang berhubungan dengan *vena pulmonalis* mengalirkan darah ke *vena azigos* dan *vena hemiazigos*. Alveoli mendapat darah deoksigenasi dari cabang terminal arteri pulmonalis dan darah yang teroksigenasi mengalir kembali melalui cabang *vena pulmonalis*. Kedua *vena pulmonalis* mengalirkan darah kembali dari tiap paru ke atrium kiri jantung.⁸

Drainase limfatik paru mengalir kembali dari perifer menuju kelompok kelenjar getah bening *trakeobronkial hilar* dan dari sini menuju *trunkus limfatikus mediastinal*.⁸

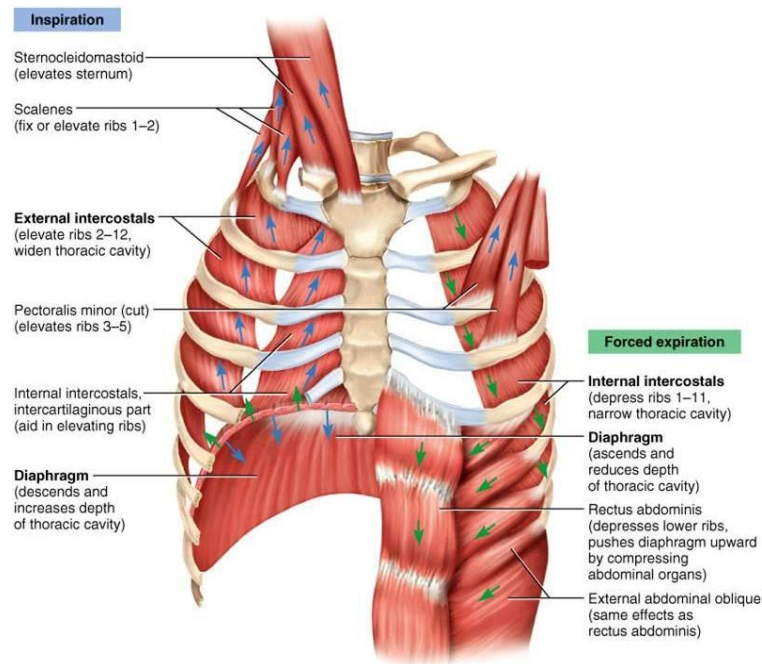
Paru dipersarafi oleh *pleksus pulmonalis* terletak di pangkal tiap paru. *Pleksus pulmonalis* terdiri dari serabut simpatis (dari *truncus simpaticus*) dan serabut parasimpatis (dari arteri vagus). Serabut eferen dari pleksus ini mempersarafi otot-otot bronkus dan serabut aferen diterima dari membran mukosa bronkioli dan alveoli.⁸

2.1.2 Otot Pernapasan dan Mekanisme Kerja Otot Pernapasan

Otot skelet selain berfungsi sebagai pembentuk dinding dada juga berfungsi sebagai otot pernapasan. Menurut fungsinya, otot pernapasan dibedakan menjadi otot inspirasi, yang terdiri dari otot inspirasi utama dan tambahan, serta otot ekspirasi.⁴

Yang termasuk dalam otot inspirasi utama yaitu *m. intercostalis externus* dan *m. diafragma*, sedangkan yang termasuk dalam otot inspirasi tambahan yaitu *m. sternocleidomastoideus* berfungsi mengangkat sternum ke superior, *m. serratus anterior* berfungsi mengangkat sebagian besar *costa*, dan *m. scalenus* berfungsi mengangkat dua *costa* pertama.^{7,9,10}

Selama pernapasan normal dan tenang (*quiet breathing*), tidak ada otot pernapasan yang bekerja selama ekspirasi, hal ini akibat dari daya lenting elastis paru dan dada. Namun pada keadaan tertentu, di mana terjadi peningkatan resistensi jalan nafas dan resistensi jaringan, misalnya saat serangan asma, otot ekspirasi dibutuhkan kontribusinya. Dalam keadaan ini, otot ekspirasi yaitu *m. rectus abdominis* memberikan efek tarikan ke arah inferior yang sangat kuat terhadap *costa* bagian bawah, pada saat yang bersamaan otot ini dan otot abdominal lain menekan isi abdomen ke arah diafragma, serta *m. intercostalis internus* juga berfungsi menarik rongga toraks ke bawah.^{9,10,11}



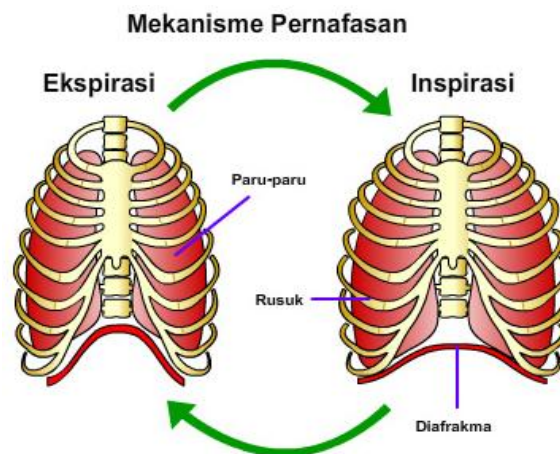
Gambar 2. Otot-otot Pernapasan Dinding Dada

Sumber : Silbernagl S ¹²

2.1.3 Mekanisme Pernapasan

Ventilasi merupakan proses pergerakan udara keluar-masuk paru secara berkala, dimana terjadi pertukaran O₂ dan CO₂ diantara darah kapiler paru dengan udara atmosfer segar. Ventilasi secara mekanis dilaksanakan dengan mengubah secara berselang-seling arah gradien tekanan untuk aliran udara antara atmosfer dan alveolus melalui ekspansi dan penciutan berkala paru (Gambar 3). Kontraksi dan relaksasi otot-otot inspirasi (terutama diafragma) yang berganti-ganti secara tidak langsung akan menimbulkan inflasi dan deflasi periodik paru dengan cara berkala mengembang kempiskan rongga thorak, dan paru secara pasif mengikuti gerakannya. Kontraksi aktif dari *m. diafragma* dan *m. intercostalis externus* meningkatkan volume rongga thorak, sehingga menyebabkan

tekanan intrapleura yang sekitar 2,5 mmHg disaat mulainya inspirasi, menurun sekitar -6 mmHg dan paru ditarik ke posisi yang lebih diperluas. Tekanan dalam saluran pernapasan menjadi sedikit negatif dan pada akhirnya udara mengalir ke dalam paru.^{11,13,14,15}



Gambar 3. Mekanisme Ventilasi Paru

Sumber : Lauralee S¹⁵

Laju aliran udara berbanding terbalik terhadap gradien resistensi saluran pernapasan. Hal ini dikarenakan resistensi saluran pernapasan, yang bergantung pada kaliber saluran pernapasan, dalam keadaan normal sangat rendah, dan laju aliran udara biasanya bergantung pada gradien tekanan yang tercipta antara alveolus dan atmosfer. Apabila resistensi pernapasan meningkat secara patologis akibat dari penyakit paru obstruktif kronik, gradien tekanan harus juga meningkat melalui peningkatan aktivitas otot pernapasan agar laju aliran udara konstan.¹³

Pada saat inspirasi dalam, *m. scalenus* dan *m. sternocleidomastoideus* berkontraksi sebagai otot pernapasan tambahan, membantu mengangkat rongga dada, menyebabkan tekanan *intrapleura*

berkurang sampai -30 mmHg, dan menyebabkan derajat inflasi paru yang lebih besar.^{5,11}

Paru dapat diisi sampai > 5,5 liter dengan usaha inspirasi maksimum atau dikosongkan sampai sekitar 1 liter dengan ekspirasi maksimum. Volume paru bervariasi dari sekitar 2 sampai 2,5 liter karena volume udara tidal rata-rata sebesar 500 ml keluar masuk paru tiap kali seseorang bernapas.^{13,14}

Volume dan kapasitas paru merupakan gambaran fungsi ventilasi sistem pernapasan. Dengan mengetahui besarnya volume dan kapasitas paru dapat diketahui besarnya kapasitas ventilasi maupun ada tidaknya kelainan fungsi paru.^{13,14}

a. Volume tidal

Merupakan jumlah udara yang masuk ke dalam paru setiap kali inspirasi atau ekspirasi pada setiap pernapasan normal. Nilai rerata pada orang sehat kondisi istirahat adalah 500 ml.

b. Volume cadangan inspirasi

Merupakan volume udara tambahan pada inspirasi maksimal melebihi volume tidal, digunakan pada saat aktivitas fisik. Volume cadangan inspirasi dihasilkan oleh adanya kontraksi maksimal diafragma, *musculus intercostalis eksternus* dan otot inspirasi tambahan. Nilai rata-rata pada orang sehat sekitar 3.000 ml.

c. Volume cadangan ekspirasi

Merupakan volume udara tambahan yang dapat secara aktif dikeluarkan dari dalam paru melalui kontraksi otot ekspirasi secara maksimal setelah ekspirasi biasa. Nilai rata-rata pada orang sehat sekitar 1.000 ml.

d. Volume residual

Merupakan volume udara minimal yang tersisa di dalam paru setelah ekspirasi maksimum. Nilai rata-rata pada orang sehat sekitar 1.200 ml.

e. Kapasitas vital

Merupakan volume udara maksimal yang dapat dikeluarkan selama satu kali bernapas setelah inspirasi maksimal, bermanfaat untuk menilai kapasitas fungsional paru. Subyek mula-mula melakukan inspirasi maksimum, kemudian melakukan ekspirasi maksimum. Nilai rata-rata pada orang sehat sekitar 4.500 ml.

f. Kapasitas inspirasi

Merupakan volume udara maksimal yang dapat dihirup pada akhir ekspirasi biasa. Nilai rata-rata pada orang yang sehat adalah sekitar 3.500 ml.

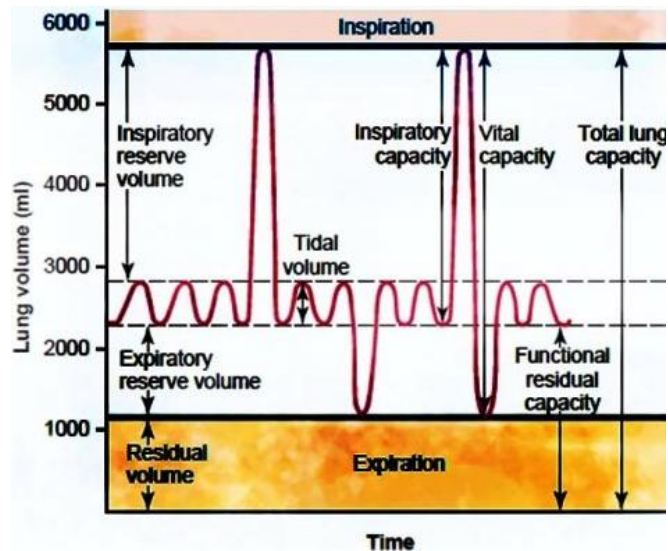
g. Kapasitas residual fungsional

Merupakan volume udara dalam paru pada akhir ekspirasi pasif normal. Nilai rata-rata pada orang sehat sekitar 2.200 ml.

h. Kapasitas total paru

Merupakan volume udara dalam paru sesudah inspirasi maksimal. Kapasitas total paru merupakan penjumlahan dari keempat volume paru

atau penjumlahan dari kapasitas vital dengan volume residual Nilai rata-rata pada orang sehat sekitar 5.700 ml.



Gambar 4. Spirogram Normal pada Dewasa Muda
(Diagram yang memperlihatkan peristiwa pernapasan selama bernapas normal, inspirasi maksimal dan ekspirasi maksimal)

Sumber : Wagner PD ¹⁶

2.2 Proses Menua

2.2.1 Definisi

Menua adalah proses menghilangnya secara perlahan kemampuan jaringan untuk memperbaiki diri/mengganti diri dan mempertahankan struktur dan fungsi normalnya sehingga tidak dapat bertahan dari jejas (termasuk infeksi) serta memperbaiki kerusakan yang diderita. Berdasarkan pengertian tersebut dapat disimpulkan bahwa manusia secara perlahan mengalami kemunduran struktur dan fungsi organ seiring dengan bertambahnya usia. ^{17,18}

Setiap orang akan mengalami proses penuaan dalam hidupnya. Di Indonesia, orang yang sudah tua (mengalami penuaan fisiologis) disebut dengan orang lanjut usia atau biasa disingkat lansia. Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 13 tahun 1998 tentang Kesejahteraan Lansia, lansia didefinisikan sebagai orang/penduduk yang berusia di atas 60 tahun.¹⁹

2.2.2 Teori Penuaan

Seiring dengan berkembangnya ilmu pengetahuan, banyak teori mengenai penuaan muncul, lebih dari 300 teori diajukan, namun hanya beberapa teori yang dianggap benar. Ada 4 teori pokok mengenai penuaan, yaitu :^{20,21}

a. Teori “*wear and tear*”

Teori ini menyatakan bahwa tubuh beserta selnya mengalami kerusakan karena sering digunakan dan disalah gunakan (*overuse and abuse*). Kerusakan dan kematian sel terjadi dikarenakan jaringan yang sudah tua tidak beregenerasi. Teori ini mengungkapkan bahwa organisme memiliki energi tetap yang tersedia dan akan habis sesuai dengan waktu yang diprogramkan.

b. Teori Neuroendokrin

Teori neuroendokrin ini berhubungan dengan peranan berbagai hormon bagi organ tubuh manusia. Hormon dikeluarkan oleh beberapa organ yang dikendalikan oleh hipotalamus, sebuah kelenjar yang terletak di otak. Dengan bertambahnya usia, tubuh memproduksi

hormon dalam jumlah kecil yang akhirnya mengganggu berbagai sistem tubuh.

c. Teori Genetika

Teori genetika menjelaskan bahwa penuaan merupakan suatu proses yang fisiologis di mana hal ini telah diwariskan secara turun-temurun (genetik) dan tanpa disadari untuk mengubah sel dan struktur jaringan. Teori ini terdiri dari teori DNA, teori ketepatan dan kesalahan, mutasi somatik, dan teori glikogen.

d. Teori Radikal Bebas

Teori ini memaparkan bahwa suatu organisme menjadi tua karena terjadi akumulasi radikal bebas dalam sel sepanjang waktu. Radikal bebas merupakan produk sampingan hasil dari metabolisme dan berbagai proses selular yang menggunakan oksigen. Radikal bebas termasuk senyawa yang sangat reaktif dan bersifat merusak. Diketahui pula bahwa senyawa ini sangat mudah bereaksi dengan *Deoxiribosa Nukleat Acid* (DNA), protein, dan asam lemak tak jenuh. Disimpulkan bahwa penumpukan radikal bebas di sel dalam batas tertentu dianggap sebagai hal yang berhubungan dengan proses penuaan.

2.2.3 Efek Umum Penuaan

Proses penuaan dapat menimbulkan beberapa perubahan yang seringkali mendorong lansia menjadi lebih rapuh dibanding anak-anak ataupun manusia dewasa. Perubahan yang terjadi ini merupakan proses fisiologis pada usia tua. Adapun reaksi perubahan yang terjadi yaitu : ^{22,23}

1. Gerakan menjadi lebih lambat, lebih kaku, koordinasi menurun, rambut mulai rontok dan beruban.
2. Massa otot menyusut dan terjadi penurunan berat badan.
3. Lemak dibawah kulit mengurang dan jaringan kolagen mulai menurun sehingga berakibat pada kulit menjadi keriput dan kering.
4. Mineral dari tulang berkurang sehingga tulang menjadi lebih rapuh (*osteoporosis*) dan lebih mudah terjadi patah tulang.

2.2.4 Fungsi Pernapasan pada Orang Tua

Perubahan fungsi paru yang terjadi pada orang tua sangat berhubungan dengan perubahan anatomi dan fisiologi paru akibat penuaan. Seiring dengan bertambahnya usia seseorang akan menyebabkan dinding dada berubah menjadi lebih kaku dan sulit bergerak, otot-otot pernapasan menjadi lebih lemah, dan *elastic recoil* paru berkurang. Hal ini menyebabkan kapasitas fungsional paru pada orang tua secara bertahap berkurang.^{15,24}

2.3 Arus Puncak Ekspirasi

Arus Puncak Ekspirasi (APE) merupakan kecepatan aliran udara dalam suatu tabung pernapasan yang terjadi saat seseorang melakukan ekspirasi paksa dengan kecepatan dan kekuatan maksimal yang dimulai dari posisi inspirasi maksimal sampai dia tidak dapat mengeluarkan udara lagi. Manfaat dari pemeriksaan ini adalah untuk menilai parameter fungsi paru dan untuk mengetahui kenaikan tahanan atau resistensi saluran pernapasan yang memberi gambaran tentang obstruksi saluran napas. Dari

manfaat tersebut pemeriksaan APE sering digunakan untuk evaluasi kemajuan terapi penderita asma bronkial dan penyakit paru obstruktif kronis (PPOK).^{25,26}

Faktor-faktor yang mempengaruhi nilai APE :

1. Faktor host

a. Usia

Faal paru sejak masa kanak-kanak bertambah atau meningkat volumenya dan mencapai maksimal pada umur 19-25 tahun. Setelah itu nilai faal paru terus menurun seiring dengan bertambahnya usia, karena dengan meningkatnya usia seseorang maka kerentanan terhadap penyakit akan bertambah, khususnya gangguan saluran pernapasan.²⁴

b. Jenis kelamin

Tidak terdapat perbedaan yang mencolok sampai masa pubertas. Setelah masa pubertas, laki-laki memiliki nilai APE yang lebih tinggi. Hal tersebut disebabkan oleh beberapa hal, antara lain volume dan kapasitas paru laki-laki sekitar 20-25% di atas perempuan, perbedaan biologis, dan faktor sosial budaya di mana sesudah pubertas anak perempuan cenderung menghindari aktivitas fisik.²⁷

c. Berat badan

Pada orang gemuk kerja sistem pernapasannya cenderung lebih berat dan kapasitas parunya relatif lebih kecil dibanding dengan orang yang kurus. Hal ini terjadi karena penimbunan lemak pada dinding

dada dan perut yang akan mengganggu gerak pernapasan, sehingga berpengaruh pada nilai APE.²⁷

d. Tinggi badan

Tinggi badan mempunyai korelasi positif dengan APE, artinya dengan bertambah tinggi seseorang, maka nilai APE akan bertambah besar.²⁸

2. Faktor lingkungan

a. Kebiasaan merokok

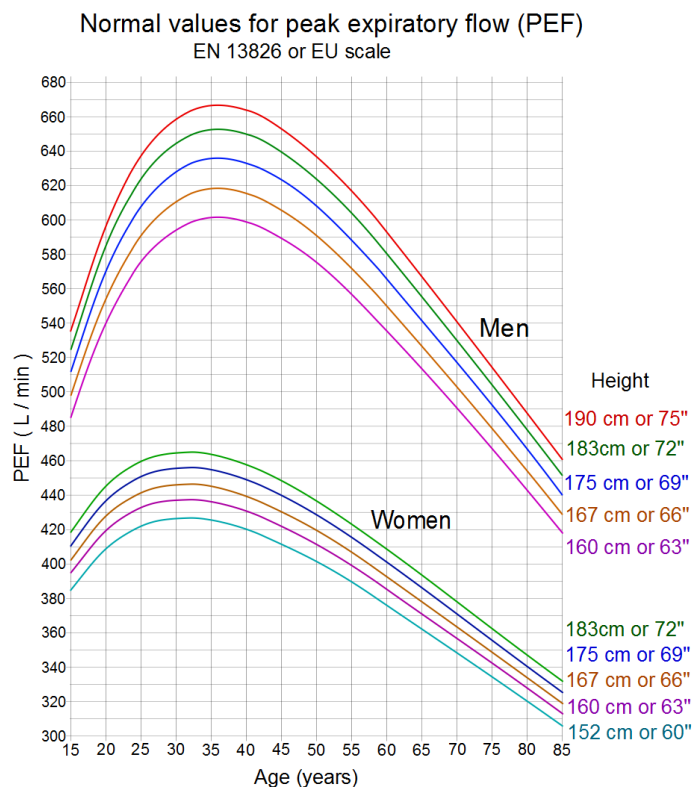
Kebiasaan merokok pada seseorang merupakan faktor utama yang dapat mempercepat penurunan faal paru dimana terjadi perubahan struktur jalan napas maupun parenkim paru.²⁹

b. Infeksi saluran napas

Riwayat infeksi saluran napas berat sewaktu anak-anak menyebabkan penurunan faal paru dan menjadi keluhan respirasi sewaktu dewasa.²⁵

Selain faktor yang telah tersebut di atas masih ada beberapa faktor yang mempengaruhi nilai APE, antara lain :²⁷

- a. Ukuran lebar saluran pernapasan ekstratoraks dan intratoraks yang dipengaruhi oleh fungsi tekanan transbronkial, volume, dan elastisitas jaringan paru, dan *compliance* saluran pernapasan.
- b. Kecepatan di mana tekanan alveolar maksimum dapat dicapai, yang tergantung pada usaha dan kecepatan dari otot ekspirasi.
- c. Kekuatan otot-otot pernapasan.



Gambar 5. Grafik Arus Puncak Ekspirasi terhadap Umur dan Tinggi Badan

Sumber : *Peak Expiratory Rate-Normal Values*³¹

2.4 *Peak Flow Meter*

Terdapat beberapa metode untuk memeriksa faal paru, dari yang paling sederhana hingga yang paling rumit. Biasanya pemeriksaan faal paru menggunakan alat *spirometer*. Alat ini digunakan untuk mengukur besarnya volume udara yang dikeluarkan dalam 1 detik (VEP_1). Nilai VEP_1 merupakan ukuran terbaik untuk menilai faal paru. Disamping kelebihan dari alat ini, terdapat pula kekurangannya yaitu alat ini tidak praktis, terlalu mahal dan biasanya hanya terdapat di klinik atau rumah sakit. Untuk mengatasi hal tersebut maka digunakan alat lain, yaitu *Peak Flow Meter*, suatu tabung kecil, mudah dibawa, praktis, serta disertai indikator yang mempunyai satuan liter/menit. Alat ini berfungsi untuk

mengukur nilai APE, dan nilai APE ini berkorelasi dengan VEP₁. Dari hasil pemeriksaan didapatkan angka normal APE pada pria dewasa sekitar 500-700 L/menit dan pada wanita dewasa sekitar 380-500 L/menit.^{26,30}

Peak Flow Meter ini tidak hanya dapat digunakan di rumah sakit maupun klinik saja, tapi dapat juga digunakan di rumah ataupun di kantor untuk membantu mendiagnosis asma, mendeteksi PPOK dan evaluasi terhadap respon terapi serta dapat memberikan peringatan lebih dini terhadap pasien jika terjadi perubahan pada fungsi parunya.²⁶



Gambar 6. *Peak Flow Meter*

Sumber : Santosa S²⁶

2.5 Senam Lansia MENPORA

2.5.1 Definisi Senam Lansia MENPORA

Senam lansia yang dibuat oleh Menteri Negara Pemuda dan Olahraga (MENPORA) merupakan suatu aktivitas fisik yang dapat memacu jantung dan peredaran darah serta pernapasan yang dilakukan dalam jangka waktu dan intensitas tertentu sehingga menghasilkan perbaikan dan manfaat kepada tubuh. Aktivitas olahraga ini akan membantu tubuh agar tetap bugar dan tetap segar karena melatih tulang tetap kuat, memacu jantung bekerja optimal serta menghilangkan radikal

bebas di dalam tubuh. Jadi senam lansia adalah serangkaian gerak nada yang teratur dan terarah serta terencana yang diikuti oleh orang lanjut usia yang dilakukan dengan maksud meningkatkan kemampuan fungsional raga untuk mencapai tujuan tersebut.^{32,33}

Mengingat senam ini ditujukan untuk orang lanjut usia maka perlu diperhatikan prinsip-prinsip dari senam lansia ini, antara lain :

1. Komponen kesegaran jasmani yang esensial dilatih, yaitu : ketahanan kardio-pulmonal, kelenturan, kekuatan otot, dan komposisi tubuh.
2. Selalu memperhatikan keselamatan.
3. Latihan dilakukan secara teratur dan tidak terlalu berat.
4. Latihan dilakukan dengan dosis berjenjang.
5. Memperhatikan kontra indikasi latihan, yaitu : adanya hipertensi (sistolik >140 mmHg dan diastolik >90 mmHg), mempunyai penyakit yang berat serta adanya larangan dari dokter.^{33,34}

2.5.2 Manfaat Senam Lansia MENPORA

Senam lansia MENPORA sangat bermanfaat untuk menghambat proses degeneratif/penuaan. Senam ini sangat dianjurkan bagi mereka yang memasuki usia pralansia (45 tahun) dan usia lansia (60 tahun ke atas). Disamping memiliki dampak positif terhadap peningkatan fungsi organ tubuh senam ini juga berpengaruh dalam meningkatkan imunitas dalam tubuh manusia setelah latihan teratur. Manfaat lainnya yaitu terjadi keseimbangan antara osteoblast dan osteoclast, sehingga menghambat proses pengeroposan tulang.^{33,35}

Olahraga yang bersifat aerobik seperti senam lansia merupakan usaha-usaha yang akan memberikan perbaikan pada fisik atau psikologis. Menurut Depkes (2003) senam lansia dapat memberi beberapa manfaat, antara lain : meningkatkan peredaran darah, menambah kekuatan otot, dan merangsang pernapasan dalam. Selain itu dengan olahraga dapat membantu kelancaran pembuangan bahan sisa, meningkatkan fungsi jaringan, melenturkan kulit, merangsang kesegaran mental, membantu mempertahankan berat badan, serta memberikan kesegaran jasmani.^{33,35}

Durasi senam yang diperlukan untuk meningkatkan kebugaran adalah 20 menit. Manfaat berupa kebugaran dari latihan senam akan tampak nyata setelah berlatih selama 8 sampai dengan 12 minggu.³⁶

2.5.3 Gerakan Senam Lansia MENPORA

Tahapan latihan senam lansia MENPORA merupakan rangkaian proses dalam setiap latihan, meliputi pemanasan, kondisioning (inti), dan pendinginan.³²

a. Pemanasan

Pemanasan adalah tahapan yang dilakukan sebelum latihan. Pemanasan bertujuan untuk menyiapkan fungsi organ tubuh agar mampu menerima pembebanan yang lebih berat pada saat latihan sebenarnya. Penanda bahwa tubuh siap menerima pembebanan antara lain detak jantung telah mencapai 60% dari detak jantung maksimal, suhu tubuh naik 1°C - 2°C dan badan berkeringat. Pemanasan yang dilakukan dengan benar dapat mengurangi cedera atau kelelahan.

b. Kondisioning

Setelah pemanasan yang cukup dilanjutkan tahap kondisioning atau gerakan inti yakni melakukan berbagai rangkaian gerak dengan model latihan yang sesuai dengan tujuan program latihan. Pada tahapan ini otot dada mendapatkan perlakuan sehingga akan mencegah penurunan kemampuan dan fungsi otot dada pada lansia yang nantinya diharapkan dapat meningkatkan sistem pernapasan lansia.

c. Pendinginan

Pendinginan merupakan tahapan yang sangat penting dan esensial. Tahap ini bertujuan mengembalikan kondisi tubuh seperti sebelum berlatih dengan melakukan serangkaian gerakan berupa *stretching*. Tahapan ini ditandai dengan menurunnya frekuensi detak jantung, menurunnya suhu tubuh, dan semakin berkurangnya keringat. Tahap ini juga bertujuan mengembalikan darah ke jantung untuk reoksigenasi sehingga mencegah genangan darah di otot kaki dan tangan.