

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Lansia**

##### **1. Definisi Lansia**

Orang yang sudah tua atau disebut lansia dapat didefinisikan sebagai individu yang berusia lebih dari 60 tahun (Mujiadi & Rachmah, 2022). Pada kelompok usia ini, proses penuaan terjadi secara alami dan menimbulkan berbagai perubahan yang mencakup aspek fisik, biologis, psikologis, sosial, hingga ekonomi (Haro *et al.*, 2024). Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) mengklasifikasikan populasi lansia menjadi empat, yakni usia paruh baya dengan usia 45 – 59 tahun, lansia dengan usia 60 – 74 tahun, lansia tua dengan usia 75 – 90, dan sangat tua dengan usia di atas 90 tahun (Amira *et al.*, 2023).

##### **2. Perubahan Fisiologis pada Lansia**

Kemampuan dan fungsi tubuh mulai menurun seiring bertambahnya usia, perubahan ini memengaruhi seluruh tubuh dan erat kaitannya dengan melemahnya jaringan tubuh, terutama pada sistem muskuloskeletal dan saraf. Pada sistem muskuloskeletal, perubahan fisik dapat menyebabkan otot yang lebih lemah, kekuatan otot yang berkurang, daya tahan otot yang menurun, tulang yang lebih lemah, serta fleksibilitas dan elastisitas otot yang berkurang. Kondisi-kondisi ini membuat lansia kesulitan untuk bergerak di tempat tidur, mengubah posisi, berjalan, atau melakukan aktivitas seperti perawatan diri dan buang air (Budiawan *et al.*, 2023). Secara fisiologis, penurunan kondisi fisik pada lansia juga ditandai dengan

munculnya kerutan pada kulit, penurunan fungsi penglihatan dan pendengaran, kehilangan gigi, mudah merasa lelah, serta gerakan tubuh yang menjadi lebih lambat (Katuuk & Wowor, 2018).

### 3. Gangguan Kesehatan Umum pada Lansia

Masa tua menyebabkan fungsi fisiologis semakin menurun, yang meningkatkan risiko penyakit tidak menular. Lansia lebih rentan terhadap infeksi menular karena penurunan daya tahan tubuh yang disebabkan oleh gangguan degeneratif terkait penuaan. Beberapa penyakit menular yang sering dijumpai pada populasi lansia antara lain tuberkulosis, diare, pneumonia, dan hepatitis. Adapun penyakit tidak menular yang umum dialami meliputi hipertensi, stroke, diabetes melitus, serta peradangan sendi seperti artritis atau rematik (Misnaniarti, 2017). Selain itu, lansia juga kerap mengalami gangguan lain yang bersifat non-infeksius, seperti masalah dengan mobilitas, keseimbangan, depresi, penurunan fungsi kognitif, masalah pada sistem urinari, gangguan tidur, dan penyakit metabolik seperti obesitas serta penyakit lainnya (Yuliadarwati *et al.*, 2021).

## **B. Berat Badan Berlebih (*Overweight*/ Obesitas) pada Lansia**

### 1. Definisi Berat Badan Berlebih

Berat badan berlebih dapat didefinisikan sebagai kondisi akumulasi lemak tubuh yang berlebihan akibat asupan zat gizi seperti protein, lemak, dan karbohidrat yang melampaui batas kebutuhan tubuh. Kondisi ini merupakan akibat dari ketidakseimbangan pengeluaran energi dan asupan kalori, ketika tubuh mengonsumsi lebih banyak kalori daripada yang digunakan (Qoirinasari *et al.*, 2018). Secara klinis, berat badan berlebih

dikategorikan ketika Indeks Massa Tubuh (IMT) berada pada rentang lebih dari  $25 \text{ kg/m}^2$  hingga kurang dari  $30 \text{ kg/m}^2$ , sedangkan obesitas merupakan kondisi yang lebih kompleks dengan berbagai faktor penyebab, dan ditandai dengan  $\text{IMT} \geq 30 \text{ kg/m}^2$  (Auliya *et al.*, 2016). Obesitas sendiri merupakan kondisi di mana cadangan lemak dalam jaringan adiposa meningkat secara berlebihan hingga melebihi batas yang dibutuhkan tubuh untuk menjalankan fungsi fisiologisnya secara normal (Muthmainnah, 2024).

## 2. Penyebab Obesitas

Secara umum, berbagai faktor, termasuk nutrisi, gaya hidup, dan tingkat aktivitas fisik dapat memengaruhi obesitas. Pola konsumsi masyarakat yang saat ini telah berubah akibat gaya hidup modern, membuat mereka lebih senang mengonsumsi hidangan cepat saji yang tinggi akan gula, berlemak, dan rendah serat. Kondisi obesitas juga semakin parah akibat berkurangnya aktivitas fisik yang disebabkan oleh kemajuan teknologi. Kombinasi antara rendahnya aktivitas fisik dan pola makan tinggi lemak serta gula berkontribusi terhadap kelebihan asupan energi yang akhirnya memicu terjadinya obesitas (Nugroho *et al.*, 2018). Pada lansia, obesitas umumnya disebabkan oleh penurunan metabolisme tubuh, penurunan aktivitas fisik, serta menurunnya kemampuan tubuh dalam membakar kalori secara optimal (Devi & Purwoto, 2022).

## 3. Dampak Obesitas

Obesitas dapat menimbulkan berbagai dampak negatif terhadap kesehatan individu. Obesitas meningkatkan risiko seseorang untuk mengalami kondisi jangka panjang seperti kanker, diabetes, dan penyakit

jantung. Selain itu, obesitas juga berhubungan dengan peningkatan risiko gangguan pernapasan saat tidur (*sleep apnea*), serta masalah fungsi kognitif yang lebih tinggi termasuk demensia dan penyakit Alzheimer. Obesitas tidak hanya memberikan dampak pada aspek medis, tetapi juga berdampak pada kemampuan seseorang untuk melakukan tugas sehari-hari. Penderita obesitas sering kali menghadapi hambatan saat menjalankan aktivitas dasar seperti mandi, mengenakan pakaian, makan, berjalan, serta berpindah dari posisi berbaring ke duduk atau berdiri. Penurunan fungsi fisik ini secara keseluruhan berdampak pada menurunnya kualitas hidup penderita obesitas (Devi & Purwoto, 2022).

#### 4. Indeks Massa Tubuh (IMT)

##### a. Pengertian Indeks Massa Tubuh (IMT)

Indeks Massa Tubuh (IMT) dapat diartikan sebagai prosedur sederhana untuk memeriksa kondisi tubuh, terutama dalam menentukan kondisi *underweight* maupun *overweight* pada seseorang (Hasibuan & A, 2021).

##### b. Komponen Indeks Massa Tubuh (IMT)

Adapun komponen Indeks Massa Tubuh (IMT) sebagai berikut:

##### 1) Berat Badan

Berat badan adalah salah satu parameter pengukuran tubuh yang dinyatakan dalam satuan kilogram (F. Rahman *et al.*, 2017). Berat badan sebaiknya diukur pada pagi hari sebelum sarapan, setelah perut kosong selama kurang lebih sepuluh hingga dua belas jam. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan pakaian berbahan

ringan dan posisi tubuh berada di tengah timbangan (Hasibuan & A, 2021). Sarana yang digunakan untuk menilai berat badan yaitu timbangan digital.

## 2) Tinggi Badan

Tinggi badan adalah salah satu parameter penting di antara empat data profil biologis utama yang digunakan dalam proses pendataan dan analisis. Pengukuran tinggi badan secara umum dilakukan dengan metode anatomis, yaitu mengukur dari puncak kepala (vertex) hingga telapak kaki (plantar pedis) (Alifuddin *et al.*, 2023). Pengukuran dilakukan dalam posisi berdiri tegak, tanpa alas kaki, lengan di sisi tubuh, punggung bersandar pada dinding, dan mata menatap depan (Hasibuan & A, 2021). Sarana yang digunakan untuk menilai tinggi badan adalah *stature meter*.

### c. Cara Menghitung Indeks Massa Tubuh (IMT)

Penghitungan Indeks Massa Tubuh (IMT) memerlukan data berat badan dan tinggi badan. Oleh karenanya dibutuhkan alat ukur yang sesuai untuk menghitung kedua parameter tersebut. Berat badan dinyatakan dalam kilogram, sedangkan tinggi badan dinyatakan dalam meter kuadrat (Hasibuan & A, 2021).

$$\text{Rumus IMT} = \frac{\text{Berat badan (kg)}}{\text{Tinggi badan (m)}^2}$$

### d. Klasifikasi Indeks Massa Tubuh (IMT)

Klasifikasi Indeks Massa Tubuh (IMT) digunakan untuk menentukan status gizi seseorang dengan membandingkan berat dan

tinggi badan mereka, yang kemudian dikelompokkan ke dalam kategori tertentu.

**Tabel 2. 1 Kategori Indeks Massa Tubuh (IMT)**

Kategori	IMT
<i>Underweight</i>	< 18,5
Berat badan normal	18,5 – 22,9
<i>Overweight</i>	≥ 23
Dengan risiko	23 – 24,9
Obesitas I	25 – 29,9
Obesitas II	≥ 30

(Sumber: Kemenkes RI, 2015)

### 5. Lingkar Perut

Lingkar perut adalah parameter antropometri yang digunakan untuk mengidentifikasi obesitas sentral atau abdominal, yang memiliki hubungan erat dengan penyakit terkait obesitas, seperti diabetes melitus tipe 2, kelainan metabolik, dan penyakit jantung koroner (Sambriang *et al.*, 2022). Selain itu, lingkar perut juga berperan sebagai indikator distribusi lemak tubuh di area perut dan berkaitan secara signifikan dengan nilai indeks massa tubuh (Hita *et al.*, 2022).

Prosedur pengukuran lingkar perut dilakukan dengan menggunakan pita pengukur yang memiliki ketelitian hingga 0,1 cm. Pita ditempatkan secara melingkar mengelilingi perut sejajar dengan garis pusar, dengan memastikan bahwa alat pengukur tidak terlalu ketat maupun terlalu longgar. Pengukuran dimulai dari angka 0 yang diletakkan tepat pada pusar, kemudian hasil dicatat pada titik pertemuan pita pengukur di area tersebut (Nurtitus *et al.*, 2022). Seseorang dinyatakan mengalami obesitas sentral apabila lingkar perut melebihi 90 cm pada laki-laki dan lebih dari 80 cm pada perempuan (Pratista *et al.*, 2025). Selain itu, berdasarkan pedoman

WHO, lingkaran perut juga digunakan untuk menentukan tiga tingkat risiko penyakit kardiometabolik yang terbagi menjadi tiga kategori, yaitu normal ( $\leq 80$  cm untuk perempuan dan  $\leq 94$  cm untuk laki-laki), berisiko ( $> 80$  cm untuk perempuan dan  $> 94$  cm untuk laki-laki), serta risiko tinggi ( $> 88$  cm untuk perempuan dan  $> 102$  cm untuk laki-laki).

#### 6. Lingkaran Lengan Atas (LILA)

LILA adalah representasi kondisi jaringan lemak subkutan dan otot (I. G. Y. Putra & Febianingsih, 2019). Pengukuran LILA dapat digunakan sebagai pilihan dalam melakukan skrining status gizi, terutama saat pengukuran IMT tidak dapat dilakukan. Metode ini bersifat sederhana, mudah dilaksanakan, terjangkau, serta memberikan kenyamanan lebih bagi responden (Akhriani *et al.*, 2023).

Pengukuran LILA dilakukan pada titik tengah antara pangkal lengan atas dan ujung siku, dengan hasil pengukuran dinyatakan dalam satuan sentimeter (cm) (I. G. Y. Putra & Febianingsih, 2019). Berikut rumus pengukuran LILA:

$$\text{Rumus LILA} = \%LILA = \frac{\text{Hasil ukur LILA}}{\text{Standar LILA}} \times 100\%$$

Nilai standar LILA (WHO-NCHS) disesuaikan dengan kelompok usia dan jenis kelamin. Pada usia 55 – 64,9 tahun, standar LILA untuk laki-laki 31,7 cm dan perempuan 30,3 cm. Sementara itu, pada usia 65 – 74,9 tahun, standar LILA untuk laki-laki adalah 30,7 cm dan perempuan 29,9 cm (Wahyuni & Huda, 2019).

Penilaian status gizi berdasarkan persentase LILA (%LILA) dapat diklasifikasikan menjadi beberapa kategori, yaitu obesitas apabila nilai

%LILA lebih dari 120% standar, *overweight* pada rentang 110 – 120% standar, status gizi normal pada kisaran 90 – 110% standar, kategori kurang pada nilai 60 – 90% standar, serta kategori buruk apabila persentasenya kurang dari 60% standar (Amila *et al.*, 2020).

#### 7. Tebal Lemak

Tebal lemak merupakan pengukuran cadangan hipodermis yang digunakan untuk memperkirakan total lemak tubuh. Metode ini mudah dilakukan, murah, dan tidak invasif, namun bersifat tergantung pada etnis, ras, dan jenis kelamin (Dahriani *et al.*, 2016). Sarana yang digunakan untuk menilai tebal lemak adalah *skinfold caliper* (Iriandi *et al.*, 2024). Titik pengukuran meliputi area trisep, bisep, subskapula, dan suprailiaka. Pemeriksaan dilakukan pada sisi kanan tubuh, di mana jaringan subkutan dicubit dan diangkat hingga mencapai dasar otot menggunakan ibu jari dan jari telunjuk. Kaliper kemudian dijepitkan pada bagian dasar lipatan kulit, sekitar 1 cm di bawah titik cubitan, dengan posisi tegak lurus terhadap lipatan tersebut (Dahriani *et al.*, 2016). Selanjutnya, hasil pengukuran akan diolah menggunakan rumus Durnin dan Womersley. Berikut klasifikasi tebal lemak untuk usia 60-100 tahun menurut perhitungan rumus Durnin dan Womersley:

- *Essential Fat*: 10 – 13% pada perempuan dan 2 – 5% pada laki-laki.
- *Excellent*: 13,1 – 25% pada perempuan dan 5,1 – 18,3% pada laki-laki.
- *Good*: 25,1 – 29,2% pada perempuan dan 18,4 – 21,9% pada laki-laki.
- *Average*: 29,3 – 32,4% pada perempuan dan 22 – 25% pada laki-laki.

- *Below Average*: 32,5 – 36,5% pada perempuan dan 25,1 – 28,4% pada laki-laki.
- *Poor*: > 36,6% pada perempuan dan > 28,5% pada laki-laki.

### C. Keseimbangan Dinamis

#### 1. Definisi Keseimbangan Dinamis

Keseimbangan dinamis didefinisikan sebagai kemampuan individu dalam menjaga stabilitas tubuh saat melakukan aktivitas gerak. Kemampuan ini mencakup pengendalian posisi tubuh saat bergerak atau ketika berdiri di atas permukaan yang tidak stabil (*dynamic standing*) (Wijayani *et al.*, 2022). Keseimbangan dinamis berperan penting dalam mengatur posisi serta pergerakan tubuh, baik saat melakukan aktivitas seperti duduk, jongkok, berdiri, berjalan, berlari, melompat, dan berbagai gerakan tubuh lainnya (Suprabawati *et al.*, 2022).

#### 2. Faktor-faktor yang Memengaruhi Keseimbangan Dinamis

Keseimbangan tubuh merupakan hasil interaksi kompleks dari berbagai sistem tubuh, termasuk sistem sensorik, vestibular, propioseptif, dan muskuloskeletal (Gea *et al.*, 2024). Secara umum, keseimbangan dinamis dipengaruhi oleh dua jenis faktor, yaitu internal dan eksternal. Faktor internal yaitu usia, jenis kelamin, indeks massa tubuh, kekuatan otot, pusat gravitasi (*center of gravity*), garis gravitasi (*line of gravity*), serta luas tumpuan tubuh (*base of support*). Adapun faktor eksternal meliputi aktivitas fisik sehari-hari dan kondisi lingkungan sekitar yang dapat memengaruhi kemampuan seseorang dalam mempertahankan kestabilan tubuh saat bergerak (Wijayani *et al.*, 2022).

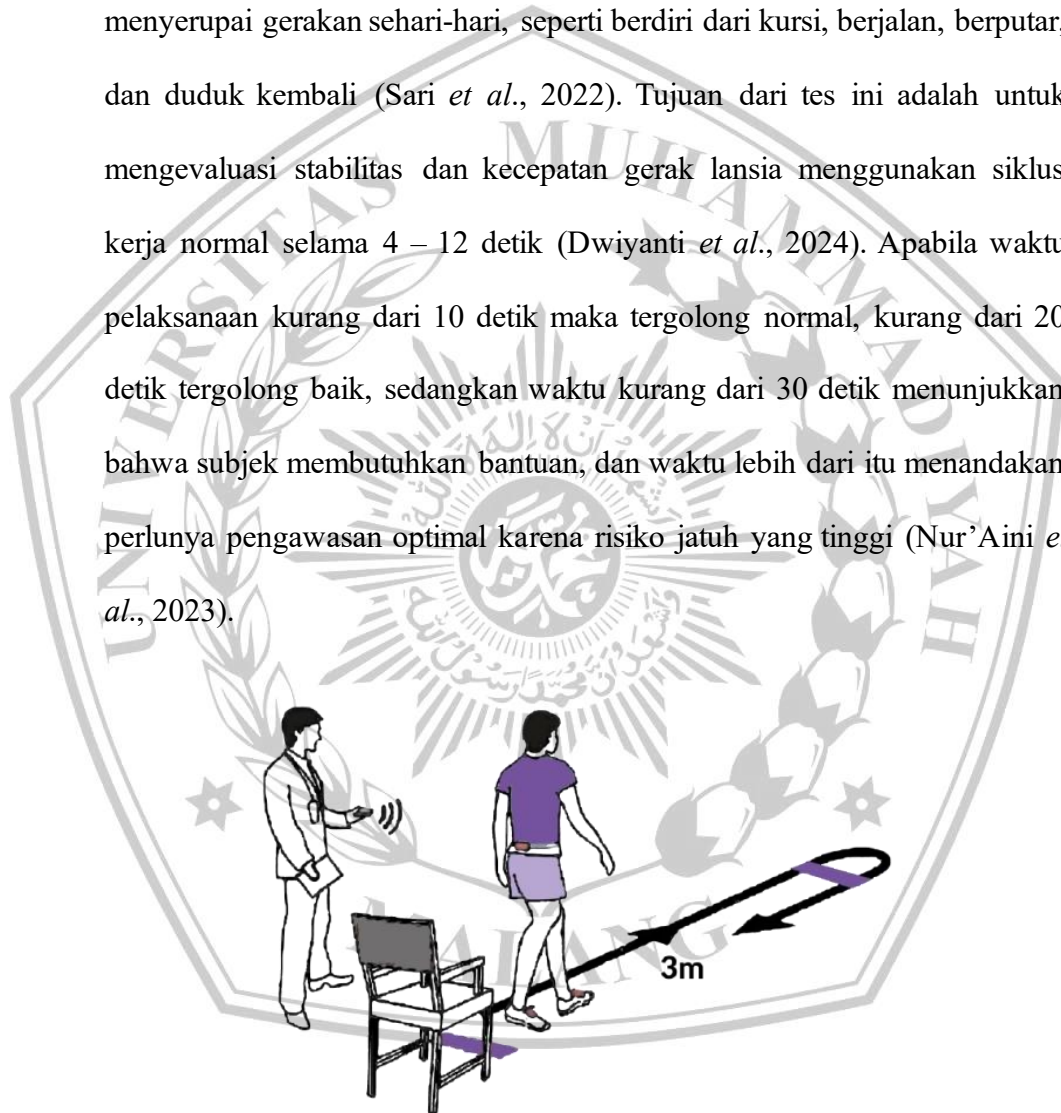
Dibandingkan dengan kelompok usia yang lebih muda, masalah keseimbangan lebih umum dialami oleh lansia. Banyak faktor yang berkontribusi terhadap hal ini, termasuk melemahnya sistem neurologis, otot, dan keseimbangan yang terkait dengan penuaan. Selain itu, prevalensi penyakit kronis pada lansia seperti artritis, diabetes mellitus, dan penyakit Parkinson juga dapat memengaruhi kemampuan dalam mempertahankan keseimbangan. Penggunaan obat-obatan tertentu yang umum dikonsumsi oleh lansia pun turut berkontribusi, terutama jika menimbulkan efek samping seperti pusing atau gangguan koordinasi (Gea *et al.*, 2024).

### 3. Penurunan Keseimbangan pada Lansia

Lansia memiliki kerentanan terhadap penurunan kemampuan dalam menjaga keseimbangan tubuh. Salah satu penyebabnya adalah rendahnya tingkat aktivitas fisik pada lansia, yang dapat berdampak pada penurunan fungsi sistem muskuloskeletal, termasuk penyusutan otot, berkurangnya cairan sendi, serta gangguan fungsi saraf (Gea *et al.*, 2024). Penurunan kekuatan otot dan stamina pada lansia juga menyebabkan gangguan dalam berjalan dan kesulitan mempertahankan postur tubuh, sehingga meningkatkan risiko jatuh. Kejadian jatuh pada lansia umumnya disebabkan oleh gangguan keseimbangan akibat proses penuaan, trauma, atau ketidakstabilan sistem tubuh. Hal tersebut dapat menimbulkan dampak kesehatan yang serius, mulai dari cedera kepala, kerusakan pada jaringan lunak, gangguan mobilitas seperti kelumpuhan, hingga meningkatkan risiko kematian (Tripriliana & Ramdani, 2024).

#### 4. Alat Ukur Keseimbangan Dinamis (*Timed Up and Go Test (TUG)*)

*Timed Up and Go Test (TUG)* adalah tes fungsional yang sederhana dan sering digunakan dalam praktik klinis untuk menilai mobilitas, keseimbangan, fungsi ekstremitas bawah, serta potensi risiko jatuh pada berbagai kelompok usia. Tes ini melibatkan serangkaian aktivitas yang menyerupai gerakan sehari-hari, seperti berdiri dari kursi, berjalan, berputar, dan duduk kembali (Sari *et al.*, 2022). Tujuan dari tes ini adalah untuk mengevaluasi stabilitas dan kecepatan gerak lansia menggunakan siklus kerja normal selama 4 – 12 detik (Dwiyanti *et al.*, 2024). Apabila waktu pelaksanaan kurang dari 10 detik maka tergolong normal, kurang dari 20 detik tergolong baik, sedangkan waktu kurang dari 30 detik menunjukkan bahwa subjek membutuhkan bantuan, dan waktu lebih dari itu menandakan perlunya pengawasan optimal karena risiko jatuh yang tinggi (Nur'Aini *et al.*, 2023).



Gambar 2. 1 *Timed Up and Go Test*

(Sumber: Ortiz *et al.*, 2024)

## D. Fungsi Paru

### 1. Anatomi dan Fisiologi Sistem Pernapasan

#### a. Anatomi Sistem Pernapasan

Sistem pernapasan manusia terdiri dari beberapa organ utama yang berperan dalam proses masuk dan keluarnya udara serta pertukaran gas. Secara anatomi, sistem ini terbagi menjadi dua bagian besar, yaitu saluran pernapasan atas dan bawah (Handayani, 2021).

##### 1) Saluran Pernapasan Atas

- a) Hidung: Hidung merupakan organ utama yang menjadi jalur keluar masuknya udara saat manusia bernapas.
- b) Faring: Faring atau tenggorokan bagian atas, merupakan saluran yang menghubungkan rongga hidung dan mulut dengan trakea. Dalam sistem pernapasan, faring berfungsi sebagai jalur penghantar udara dari hidung dan mulut menuju trakea.
- c) Laring: Laring (kotak suara) merupakan struktur yang mengandung pita suara dan terletak di bawah tempat faring bertemu dengan trakea dan esofagus. Saat seseorang bernapas, dua pita suara di laring akan terbuka, dan ketika suara dihasilkan, pita tersebut akan menutup. Suara atau bunyi dihasilkan oleh getaran yang terjadi saat udara bergerak melintasi ruang antara kedua pita suara tersebut.

##### 2) Saluran Pernapasan Bawah

- a) Trakea: Trakea merupakan saluran utama yang membawa udara ke dan dari paru-paru serta menghubungkan laring dengan

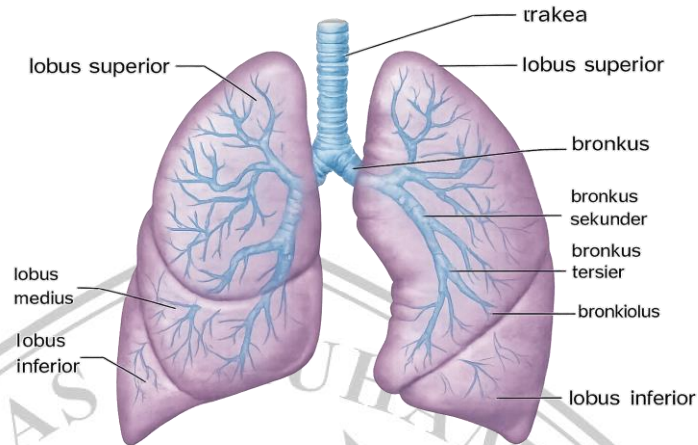
bronkus. Trakea berbentuk tabung berongga yang panjangnya sekitar 10 cm dengan diameter  $< 2,5$  cm. Saluran ini membentang dari laring hingga ke bagian bawah tulang dada, lalu terbagi menjadi dua bronkus primer yang mengarah ke paru-paru bagian kanan dan kiri.

b) Bronkiolus: Cabang-cabang kecil dari bronkus yang bekerja mengangkut udara menuju alveoli. Bronkiolus tidak hanya berperan sebagai saluran udara, tetapi juga dalam mengatur banyaknya udara masuk dan keluar dari tubuh saat sedang bernapas.

c) Alveoli: Alveoli merupakan struktur berbentuk kantong kecil di ujung bronkiolus, yang menjadi tempat utama terjadinya pertukaran gas.

d) Paru-paru: Paru-paru adalah sepasang organ vital dalam sistem pernapasan yang berada di dalam rongga dada, satu berada di sisi kanan dan satunya lagi di sisi kiri. Organ ini berfungsi untuk menampung udara yang kaya oksigen dan meneruskannya ke aliran darah agar dapat didistribusikan ke seluruh tubuh. Paru-paru sebelah kanan terbagi menjadi tiga lobus, yakni superior, medius, dan inferior, sementara paru-paru sebelah kiri yang memiliki ukuran lebih kecil hanya terbagi menjadi dua lobus, yaitu superior dan inferior. Bagian apeks (puncak) paru terletak di dasar leher, sekitar 25 mm di atas garis tengah klavikula,

sedangkan bagian dasarnya (basis) berada tepat di atas permukaan diafragma (Widowati & Rinata, 2020).



Gambar 2. 2 Anatomi Paru-paru  
 (Sumber: Widowati & Rinata, 2020)

## b. Fisiologi Sistem Pernapasan

### 1) Fungsi Paru-paru dan Mekanisme Pernapasan

Paru-paru memiliki peran utama dalam proses pertukaran gas, yakni menyuplai oksigen ( $O_2$ ) bagi tubuh serta membuang karbon dioksida ( $CO_2$ ) sebagai hasil sisa metabolisme. Pada pernapasan eksternal, udara masuk melalui saluran pernapasan atas (hidung atau mulut) dan bergerak melalui trakea serta bronkus hingga mencapai alveoli. Di alveoli, oksigen berdifusi melalui membran alveoli-kapiler ke dalam darah, kemudian dibawa oleh hemoglobin dalam sel darah merah menuju seluruh bagian tubuh. Di sisi lain, karbon dioksida yang dihasilkan dari proses metabolisme jaringan berdifusi dari darah, lalu lanjut menuju alveoli untuk dibuang melalui proses ekspirasi.

Pernapasan eksternal melibatkan empat komponen utama, yaitu:

- a) Pergerakan udara antara lingkungan dan alveoli, yang dikenal sebagai ventilasi paru,
- b) Aliran darah melintasi paru-paru,
- c) Distribusi darah dan udara yang merata, dan
- d) Difusi gas antara kapiler darah dan alveoli, di mana  $\text{CO}_2$  berdifusi lebih mudah dibanding  $\text{O}_2$ .

Saat tubuh melakukan aktivitas fisik, peningkatan produksi  $\text{CO}_2$  dan penurunan kadar  $\text{O}_2$  dalam darah akan merangsang pusat pernapasan di otak untuk meningkatkan laju dan kedalaman napas. Respons ini membantu mengeluarkan  $\text{CO}_2$  secara lebih efisien dan menyerap  $\text{O}_2$  dalam jumlah yang lebih besar.

Pada proses pernapasan internal, darah yang mengandung oksihemoglobin mengalir ke jaringan tubuh. Di tingkat kapiler jaringan, oksigen dilepaskan untuk mendukung metabolisme seluler, sementara karbon dioksida dari sel masuk ke dalam darah untuk dibawa kembali ke paru-paru.

## 2) Kapasitas Paru-paru

Paru-paru dapat menyimpan antara 4.500 hingga 5.000 mililiter udara secara total. Dari jumlah tersebut, sekitar 500 mL merupakan udara pasang surut, yaitu volume udara yang masuk dan keluar saat pernapasan normal. Sementara itu, kapasitas vital paru (kapasitas maksimum udara yang dapat dihirup dan dihembuskan secara paksa) berkisar antara 4 – 5 L pada laki-laki dan 3 – 4 L pada perempuan.

Kapasitas ini dapat mengalami penurunan akibat otot-otot pernapasan yang melemah, gangguan pada paru-paru, serta kelainan jantung yang menyebabkan kongesti paru (Kurniasih & Sa'adah, 2017).

## 2. Definisi Fungsi Paru

Paru-paru adalah organ utama dalam sistem pernapasan yang menyuplai tubuh dengan oksigen dan mengeluarkan karbon dioksida sebagai hasil dari proses biokimia tubuh. Oksigen yang diserap akan digunakan sebagai bahan bakar dalam proses pembentukan energi. Dalam aktivitas fisik seperti olahraga, paru-paru memiliki peran penting dalam menyimpan dan menyalurkan oksigen dalam jumlah yang cukup agar kebutuhan energi tubuh dapat terpenuhi secara optimal dan berkelanjutan (Rini & Lontoh, 2021).

## 3. Perubahan Fungsi Paru Akibat Proses Penuaan

Seiring dengan proses penuaan, fungsi paru mengalami kemerosotan yang disebabkan oleh berkurangnya kemampuan sistem imun dan terjadinya perubahan pada struktur serta elastisitas jaringan paru. Lansia menjadi lebih rentan terhadap gangguan pernapasan akibat menurunnya daya tahan tubuh, perubahan anatomi dan fisiologi paru, serta diperparah oleh paparan terhadap faktor risiko lingkungan seperti asap rokok dan udara yang tercemar (Huda *et al.*, 2024). Berbagai perubahan yang berkaitan dengan proses penuaan turut meningkatkan risiko terjadinya infeksi saluran pernapasan bawah, terutama pada lansia dengan penyakit sistemik seperti diabetes, gangguan reumatologi, gangguan struktural paru, serta penyakit

jantung. Kemampuan untuk batuk secara efektif juga menurun akibat kelemahan otot-otot pernapasan dan peningkatan *closing volume*. Di samping itu, efektivitas pembersihan mukosiliar menurun karena mekanismenya bekerja lebih pelan, yang pada akhirnya memperpanjang waktu penyembuhan pasca infeksi. Respons tubuh terhadap hipoksemia, hiperkapnia, dan beban mekanis juga melemah, disertai dengan penurunan rangsangan dari pusat pernapasan kepada otot-otot respirasi. Usia lanjut juga menyebabkan ketidakseimbangan ventilasi-perfusi, karena saluran napas pada area dependent yang seharusnya mendapatkan perfusi optimal justru mengalami penutupan sebagian atau seluruhnya selama siklus pernapasan (Hasan & Maranatha, 2017).

#### 4. Pemeriksaan Fungsi Paru dengan Spirometer

Pemeriksaan fungsi paru merupakan metode penting untuk menilai kondisi kesehatan sistem pernapasan. Melalui pemeriksaan ini, beberapa parameter seperti kapasitas vital, laju aliran udara, dan volume paru dapat diukur. Terdapat berbagai faktor yang dapat memengaruhi hasil uji fungsi paru, di antaranya usia, jenis kelamin, tingkat obesitas, aktivitas fisik, kondisi lingkungan, posisi tubuh saat pemeriksaan (seperti berbaring, duduk, atau berdiri), adanya penyakit paru seperti PPOK, fibrosis paru, dan asma, kondisi psikologis seperti stres, kecemasan, serta kebiasaan merokok. Tujuan dari pemeriksaan ini adalah untuk menilai kapasitas paru statis dan dinamis menggunakan alat spirometer. Cara pemeriksaan yaitu dengan menempatkan alat pada mulut dan melakukan inspirasi maksimal, kemudian menghembuskan napas sekuat dan secepat mungkin selama

beberapa detik. Hasil pengukuran akan ditampilkan melalui alat, mencakup nilai *Forced Vital Capacity* (FVC), yaitu volume udara yang dapat dikeluarkan secara maksimal setelah inspirasi penuh, *Forced Expiratory Volume in One Second* (FEV<sub>1</sub>), yaitu volume udara yang dihembuskan dalam satu detik pertama saat pemeriksaan FVC, serta rasio FEV<sub>1</sub>/FVC yang menggambarkan persentase udara yang dapat dikeluarkan dalam satu detik terhadap total kapasitas vital. Interpretasi hasil dinyatakan dalam bentuk persentase dan digunakan untuk menentukan diagnosis apakah fungsi paru normal, restriksi, atau obstruksi (Firdaus *et al.*, 2024).

**Tabel 2. 2 Penilaian Pemeriksaan dengan Spirometer**

Value	Normal	Obstruksi	Restriksi	Kombinasi Obstruksi & Restriksi
FVC	≥ 80% pred (N)	N	< N	< 80 % Pred
FEV <sub>1</sub>	≥ 80% pred (N)	< N	N/ < N	< 80 % Pred
FEV <sub>1</sub> /FVC (FEV <sub>1</sub> %)	N (> 70%)	< 70%	> 70%	< 70 %

(Sumber: Uyainah *et al.*, 2017)

## E. Hubungan Antara Berat Badan Berlebih dan Fungsi Paru

### 1. Mekanisme Pengaruh Berat Badan Berlebih Terhadap Fungsi Paru

Berat badan berlebih memberikan beban tambahan pada dinding dada dan abdomen, sehingga proses kerja otot-otot pernapasan lebih keras untuk menghasilkan tekanan intratorakal saat inspirasi. Akumulasi lemak di daerah toraks dan abdomen turut memengaruhi mekanisme pernapasan dan menyebabkan penurunan volume paru, terutama pada nilai *Expiratory Reserve Volume* (ERV), *Forced Vital Capacity* (FVC), *Forced Expiratory Volume in One Second* (FEV<sub>1</sub>), dan *Functional Residual Capacity* (FRC) (Saminan, 2019). Selain itu, kelainan distribusi lemak pada penderita

obesitas dapat menyebabkan penyempitan hingga penutupan jalan napas, yang berkontribusi terhadap penurunan volume paru, peningkatan konsumsi oksigen, serta meningkatnya kerja mekanik sistem pernapasan akibat adanya resistensi saluran napas. Penurunan *compliance* dinding dada, disertai dengan meningkatnya kerja pernapasan dan kebutuhan metabolik dapat menyebabkan hipoventilasi dan peningkatan ventilasi (Octavia *et al.*, 2025).

## **F. Hubungan Antara Keseimbangan Dinamis dan Fungsi Paru**

### **1. Mekanisme Hubungan Antara Keseimbangan dan Fungsi Paru**

Keseimbangan dinamis merupakan kemampuan tubuh dalam mempertahankan stabilitas postur dan posisi tubuh selama melakukan aktivitas atau pergerakan (Fatimah *et al.*, 2022). Sementara itu, fungsi paru sebagai organ utama dalam sistem pernapasan berperan penting dalam proses ventilasi (pengambilan udara dan pengeluaran karbon dioksida), difusi gas (pertukaran oksigen dan karbon dioksida antara alveoli dan darah), serta perfusi (aliran darah ke jaringan paru). Keseimbangan dan fungsi paru memiliki peran penting dalam menjaga kesehatan serta mempertahankan homeostasis tubuh, yang secara keseluruhan menunjang aktivitas fisik dan kualitas hidup seseorang (Twinkle *et al.*, 2023).