

**HUBUNGAN OBESITAS TERHADAP HASIL SPIROMETRI  
(*FORCED VITAL CAPACITY* DAN *VITAL CAPACITY*)  
MAHASISWA FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS  
MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA ANGKATAN 2022**

**SKRIPSI**



**UMSU**  
Unggul | Cerdas | Terpercaya

Oleh:

**LADY SALSABILA**

**2208260139**

**FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

**MEDAN**

**2025**

## LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING

 MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI, PENELITIAN & PENGEMBANGAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
**FAKULTAS KEDOKTERAN**  
Jalan Gedung Arca No. 53 Medan 20217 Telp. (061) 7350163 – 7333162vExt.  
20 Fax. (061) 7363488  
Website : [fk@umsu.ac.id](mailto:fk@umsu.ac.id)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING**

Nama : Lady Salsabila  
NPM : 2208260139  
Prodi/Bagian : Pendidikan Dokter  
Judul Skripsi : Hubungan Obesitas terhadap Hasil Spirometri (Forced Vital Capacity dan Vital Capacity) Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Angkatan 2022

Disetujui untuk disampaikan kepada panitia ujian

Medan, 30 Desember 2025  
Pembimbing,

  
dr. Robitah Asfur, M.Biomed, AIFO-K  
NIDN : 106048101

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**HUBUNGAN OBESITAS TERHADAP HASIL SPIROMETRI  
(*FORCED VITAL CAPACITY* DAN *VITAL CAPACITY*)  
MAHASISWA FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS  
MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA ANGKATAN 2022**

**Skripsi Ini Diajukan Sebagai Satu diantara Syarat Guna Memperoleh  
Kelulusan Sarjana Kedokteran**



**UMSU**  
Unggul | Cerdas | Terpercaya

**Oleh:**

**LADY SALSABILA**

**2208260139**

**FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

**MEDAN**

**2025**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa skripsi ini ialah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Lady Salsabila

NPM : 2208260139

Judul Skripsi : Hubungan Obesitas Terhadap Hasil Spirometri (*Forced Vital Capacity* dan *Vital Capacity*) Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Angkatan 2022

Demikianlah pernyataan ini saya perbuat, guna dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Medan, 29 Desember 2025

A yellow rectangular official stamp with a black border. It features a Garuda emblem at the top center. Below the emblem, the text "PETERAI TEMPEL" is printed in bold. At the bottom, the alphanumeric code "E9E0BANX288951112" is printed. A handwritten signature in black ink is written across the stamp.

Lady Salsabila



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI, PENELITIAN & PENGEMBANGAN  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA  
**FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN**

Jalan Gedung Area No. 53 Medan 20217 Telp. (061) 7350163 – 7333162 Ext.  
20 Fax. (061) 7363488  
Website : [fk@umsu.ac.id](mailto:fk@umsu.ac.id)



**HALAMAN PENGESAHAN**

Skripsi ini diajukan oleh

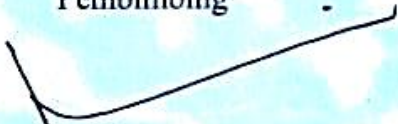
Nama : Lady Salsabila

NPM : 2208260139

Judul : Hubungan Obesitas Terhadap Hasil Spirometri (*Forced Vital Capacity* dan *Vital Capacity*) Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Angkatan 2022

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Kedokteran Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

**DEWAN PENGUJI**  
Pembimbing

  
(dr. Robitah Asfur, M.Biomed, AIFO-K)

Penguji 1

  
(dr. Rahmi, M. Biomed)

Penguji 2

  
(dr. Ikhfana Syafina, M.Ked (Paru), Sp.P)

Mengetahui,

Dekan FKIK UMSU

  
  
(dr. Siti Masliana Siregar, Sp. THT-KL., Subsp. Rino(K))  
NIDN : 0106098201

Ketua Program Studi  
Pendidikan Dokter  
FKIK UMSU

  
(dr. Desi Isnayanti, M.Pd.Ked)  
NIDN : 0112098605

Ditetapkan di : Medan  
Tanggal : 31 Januari 2026

## KATA PENGANTAR

Segala puja dan rasa syukur dipanjatkan ke hadirat Allah *Subhanahu Wata'ala* atas limpahan karunia-Nya, sehingga penyusunan skripsi ini berhasil dirampungkan guna memenuhi satu diantara persyaratan dalam meraih gelar Sarjana Kedokteran di Fakultas Kedokteran UMSU. Disadari sepenuhnya bahwa tanpa dukungan serta tuntunan dari beragam pihak, penyelesaian karya tulis ilmiah ini akan sangat sulit diwujudkan. Atas dasar tersebut, ucapan terima kasih disampaikan kepada:

- 1) dr. Siti Masliana Siregar, Sp.THT-KL., Subsp.Rinologi (K) selaku Dekan Fakultas Kedokteran Kedokteran dan Ilmu Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- 2) dr. Desi Isnayanti, M.Pd.Ked selaku Ketua Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
- 3) dr. Robitah Asfur, M.Biomed, AIFO-K, selaku Dosen Pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikirannya guna memberikan arahan dan bimbingan terbaiknya kepada saya, mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini.
- 4) dr. Rahmi, M. Biomed , selaku penguji 1 saya yang telah meluangkan waktu dan pikirannya guna memberikan bimbingan, saran, dan masukan kepada saya dalam penulisan skripsi ini.
- 5) dr. Ikhfana Syafina, M.Ked (Paru), Sp.P , selaku penguji 1 saya yang telah meluangkan waktu dan pikirannya guna memberikan bimbingan, saran, dan masukan kepada saya dalam penulisan skripsi ini.
- 6) Terimakasih untuk kedua orang tua saya, Bapak dr. Legiran dan Mama dr. Susi Kartika Dewi serta adik-adik tercinta yang telah menemani, memberikan dukungan serta do'a terbaiknya dalam setiap langkah saya selama ini.
- 7) Sahabat saya Devi Handayani Ritonga, Marni Nadratul Jannah, Sukma febriani, dan Amirah Khairiyah Tanjung terimakasih atas dukungan serta

kebersamaan yang selalu menemani selama menjadi mahasiswa hingga akhir perjalanan ini.

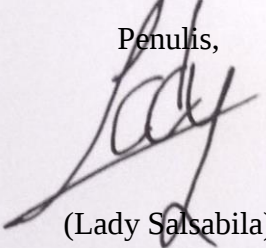
- 8) Rekan-rekan mahasiswa angkatan 2022 atas semua bantuan, dukungan dan kerjasamanya.

Penulis menyadari bahwa karya tulis ini masih mempunyai berbagai keterbatasan dan kekurangan. Oleh sebab itu, masukan berupa kritik konstruktif maupun saran yang membangun sangat dinantikan demi penyempurnaan tulisan ini.

Sebagai penutup, semoga Allah SWT berkenan memberikan balasan atas segala kebaikan dari seluruh pihak yang telah berkontribusi. Harapannya, skripsi ini mampu memberi sumbangsih positif bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Medan, Januari 2026

Penulis,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Lady', with a stylized flourish extending from the bottom.

(Lady Salsabila)

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI GUNA  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Lady Salsabila

NPM : 2208260139

Fakultas : Fakultas kedokteran dan ilmu kesehatan

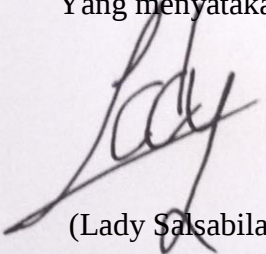
Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui guna memberikan kepada Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas skripsi saya yang berjudul: beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Medan

Pada tanggal : 30 Desember 2025

Yang menyatakan,



(Lady Salsabila )

## ABSTRAK

**Latar Belakang:** Kegemukan ialah persoalan kesehatan berskala internasional yang angka kejadiannya terus bertambah, tak terkecuali pada kelompok usia dewasa muda seperti kalangan mahasiswa. Secara teoretis, kondisi obesitas mampu memengaruhi kinerja paru lewat mekanisme mekanis dan proses peradangan. Pengujian spirometri, terutama *Vital Capacity* (VC) serta *Forced Vital Capacity* (FVC), dimanfaatkan guna mengevaluasi kapasitas fungsi paru. Meski demikian, berbagai riset terdahulu yang mengkaji keterkaitan kegemukan dengan kinerja paru pada populasi muda sehat masih menunjukkan temuan yang beragam. **Tujuan:** Menganalisis keterkaitan antara kondisi obesitas dengan capaian spirometri (*Vital Capacity* dan *Forced Vital Capacity*) pada mahasiswa Fakultas Kedokteran UMSU angkatan 2022. **Metode:** Studi ini mengadopsi pendekatan kuantitatif analitik observasional dengan rancangan *cross-sectional*. Sebanyak 32 mahasiswa berkategori *overweight* dan obesitas dijadikan sampel melalui metode *total sampling*. Pengumpulan data dilaksanakan melalui pengukuran IMT serta pemeriksaan spirometri. Pengolahan data menggunakan uji korelasi *Spearman*. **Hasil:** Mayoritas partisipan terklasifikasi dalam kategori *overweight*, obesitas derajat I, dan obesitas derajat II dengan sebaran yang cukup proporsional. Rerata nilai *Vital Capacity* (VC) partisipan tercatat di bawah ambang batas normal, sementara rerata *Forced Vital Capacity* (FVC) masih berada pada rentang normal. Uji korelasi *Spearman* menghasilkan nilai ( $p = 0,220$ ) dengan koefisien  $r = 0,223$  guna keterkaitan IMT dengan VC, serta nilai ( $p = 0,842$ ) dengan koefisien  $r = 0,037$  guna keterkaitan IMT dengan FVC, yang mengindikasikan ketiadaan hubungan signifikan antara IMT dengan VC maupun FVC. **Kesimpulan:** Tidak ditemukan korelasi bermakna antara obesitas berdasar IMT dengan capaian spirometri (VC dan FVC) pada mahasiswa Fakultas Kedokteran UMSU angkatan 2022.

**Kata kunci:** obesitas, indeks massa tubuh, spirometri, vital capacity, forced vital capacity.

## ABSTRACT

**Background:** Obesity represents a worldwide health concern characterized by a continuously rising prevalence, particularly among young adult populations including university students. From a theoretical standpoint, excessive body weight may compromise pulmonary performance via mechanical and inflammatory pathways. Spirometric assessment, especially Vital Capacity (VC) and Forced Vital Capacity (FVC), serves as a tool for evaluating respiratory function. Nevertheless, earlier investigations examining the link between excess adiposity and pulmonary function in healthy young cohorts have yielded varied conclusions. **Objective:** To investigate the association between obesity and spirometric parameters (Vital Capacity and Forced Vital Capacity) among medical students at the Faculty of Medicine, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, class of 2022. **Method:** This investigation adopted an observational analytic quantitative approach utilizing a cross-sectional framework. A total of 32 overweight and obese medical students were enrolled through a total sampling method. Data collection involved body mass index (BMI) measurement and spirometric evaluation. The Spearman correlation test was applied for statistical analysis. **Results:** The majority of participants fell into the overweight, class I obesity, and class II obesity categories, with a fairly balanced distribution. The average Vital Capacity (VC) score was recorded below the standard threshold, whereas the average Forced Vital Capacity (FVC) remained within acceptable boundaries. Spearman correlation testing revealed a  $p$ -value of 0.220 ( $p > 0.05$ ) with a correlation coefficient of  $r = 0.223$  for the BMI–VC association, and a  $p$ -value of 0.842 ( $p > 0.05$ ) with  $r = 0.037$  for the BMI–FVC association, demonstrating no statistically meaningful correlation between BMI and either VC or FVC. **Conclusion:** No significant correlation was identified between obesity as measured by BMI and spirometric outcomes (VC and FVC) among medical students at the Faculty of Medicine, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, class of 2022.

**Keywords:** obesity, body mass index, spirometry, vital capacity, forced vital capacity

## DAFTAR ISI

|                                                  |             |
|--------------------------------------------------|-------------|
| <b>LEMBAR PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING .....</b> | <b>i</b>    |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS .....</b>     | <b>iii</b>  |
| <b>KATA PENGANTAR .....</b>                      | <b>v</b>    |
| <b>ABSTRAK .....</b>                             | <b>viii</b> |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>                  | <b>ix</b>   |
| <b>DAFTAR ISI .....</b>                          | <b>v</b>    |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>                        | <b>ix</b>   |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>                       | <b>x</b>    |
| <b>BAB 1 PENDAHULUAN.....</b>                    | <b>1</b>    |
| 1.1 Latar Belakang.....                          | 1           |
| 1.2 Rumusan Masalah.....                         | 5           |
| 1.3 Tujuan Penelitian .....                      | 5           |
| <b>1.3.1 Tujuan Umum .....</b>                   | <b>5</b>    |
| <b>1.3.2 Tujuan Khusus .....</b>                 | <b>5</b>    |
| 1.4 Manfaat Penelitian .....                     | 5           |
| <b>1.4.1 Bagi mahasiswa .....</b>                | <b>5</b>    |
| <b>1.4.2. Bagi Peneliti .....</b>                | <b>5</b>    |

|                                                       |          |
|-------------------------------------------------------|----------|
| 1.4.3. Bagi Masyarakat .....                          | 6        |
| <b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>                   | <b>8</b> |
| 2.1 Obesitas.....                                     | 8        |
| 2.1.1 Definisi.....                                   | 8        |
| 2.1.2 Epidemiologi .....                              | 8        |
| 2.1.3 Faktor Risiko .....                             | 8        |
| 2.1.4 Cara Mendiagnosis Obesitas .....                | 10       |
| 2.2 Sistem Pernapasan .....                           | 10       |
| 2.2.1 Anatomi Pernapasan .....                        | 10       |
| 2.2.2 Mekanisme Pernapasan .....                      | 12       |
| 2.2.3. Volume Pernapasan .....                        | 14       |
| 2.3 Uji Faal Paru .....                               | 14       |
| 2.3.1 Spirometri .....                                | 14       |
| 2.3.5. Kapasitas Vital Paksa .....                    | 17       |
| 2.3.5 Interpretasi Hasil Pemeriksaan .....            | 18       |
| 2.4 Pengaruh Obesitas terhadap Hasil Spirometri ..... | 19       |
| 2.5. Kerangka Teori .....                             | 20       |
| 2.6. Kerangka konsep .....                            | 21       |

|                                                          |           |
|----------------------------------------------------------|-----------|
| 2.7. Hipotesis .....                                     | 21        |
| <b>BAB 3 METODE PENELITIAN .....</b>                     | <b>24</b> |
| 3.1 Definisi Operasonal .....                            | 24        |
| 3.2 Jenis dan Rancangan Penelitian.....                  | 25        |
| 3.3 Tempat dan Waktu Penelitian.....                     | 25        |
| <b>3.3.1 Tempat Penelitian .....</b>                     | <b>25</b> |
| <b>3.3.2 Waktu Penelitian .....</b>                      | <b>25</b> |
| 3.4 Populasi dan Sampel Penelitian.....                  | 25        |
| <b>3.4.1 Populasi Penelitian .....</b>                   | <b>25</b> |
| <b>3.4.2 Sampel Penelitian .....</b>                     | <b>25</b> |
| 3.5 Besar Sampel .....                                   | 26        |
| 3.6 Metode Pengumpulan Data.....                         | 26        |
| 3.7 Metode Analisis Data .....                           | 26        |
| 3.8 Alur Penelitian .....                                | 28        |
| <b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                  | <b>39</b> |
| 4.1 Hasil Penelitian.....                                | 39        |
| <b>4.1.1. Analisis Univariat.....</b>                    | <b>39</b> |
| <b>4.1.1.2 Distribusi Indeks Massa Tubuh (IMT) .....</b> | <b>40</b> |

|                                         |           |
|-----------------------------------------|-----------|
| <b>4.2.1 Analisis Bivariat .....</b>    | <b>41</b> |
| 4.2 Pembahasan .....                    | 42        |
| <b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b> | <b>39</b> |
| 5.1 Kesimpulan .....                    | 39        |
| 5.2 Saran .....                         | 39        |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>             | <b>41</b> |
| <b>LAMPIRAN .....</b>                   | <b>44</b> |

## DAFTAR TABEL

|                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 3. 1 Definisi Operasional.....                          | 24 |
| Tabel 4.1. Distribusi Karakteristik Responden.....            | 39 |
| Tabel 4.2 Tabel Distribusi Indeks Massa Tubuh (IMT).....      | 40 |
| tabel 4.3 Distribusi nilai vital capacity .....               | 41 |
| tabel 4.4 distribusi forced vital capacity.....               | 41 |
| Tabel 4.5 uji korelasi spearman hubungan IMT dengan VC .....  | 41 |
| Tabel 4.6 uji korelasi spearman hubungan IMT dengan FVC ..... | 42 |

## **DAFTAR GAMBAR**

|                                                     |    |
|-----------------------------------------------------|----|
| Gambar 2. 1 Tabel hasil pemeriksaan spirometri..... | 19 |
| Gambar 2. 2 Kerangka Teori.....                     | 20 |
| Gambar 2. 3 Kerangka Konsep .....                   | 21 |
| Gambar 3. 1 Alur penelitian.....                    | 45 |

## DAFTAR LAMPIRAN

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| Lampiran 1 Lembar Penjelasan Penelitian.....               | 44 |
| Lampiran 2 Lembar Informed Consent.....                    | 46 |
| Lampiran 3 Etichal Clearance.....                          | 47 |
| Lampiran 4 Izin Penelitian.....                            | 48 |
| Lampiran 5 Izin Peminjaman Tempat Penelitian.....          | 49 |
| Lampiran 6 Surat Keterangan Selesai Penelitian.....        | 50 |
| Lampiran 7 Master data.....                                | 51 |
| Lampiran 8 Hasil Analisis Data Penelitian.....             | 53 |
| Lampiran 9 Lembar Kalibrasi Alat Spirometri.....           | 55 |
| Lampiran 10 Dokumentasi.....                               | 57 |
| Lampiran 11 Google Form Pengumpulan Data Calon Sampel..... | 57 |
| Lampiran 12 Artikel Ilmiah.....                            | 59 |

## BAB 1

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Persoalan kelebihan berat badan telah menjelma menjadi tantangan medis berdimensi internasional dengan prevalensi yang senantiasa merangkak naik, tak terkecuali pada negara-negara yang sedang membangun seperti Indonesia. Berdasarkan data *WHO*, angka kejadian kondisi ini di segenap penjuru dunia mengalami lonjakan drastis mencapai kurang lebih tiga kali lipat semenjak 1975.

<sup>1</sup> Informasi pada 2022 memperlihatkan bahwa 2,5 miliar warga dewasa berusia 18 tahun atau lebih memiliki bobot tubuh berlebih, dan dari jumlah tersebut, lebih dari 890 juta orang dikategorikan mengidap obesitas menurut keterangan *WHO*. Adapun angka prevalensi kegemukan pada penduduk dewasa Indonesia berdasar Risesdas tahun 2018 tercatat sebesar 21,8%, lalu pada 2023 angka tersebut naik menjadi 23,4% sesuai data Survei Kesehatan Indonesia.<sup>2,3</sup> Khusus Provinsi Sumatera Utara, prevalensi kegemukan mencapai 24,3%<sup>3</sup>

Obesitas didefinisikan sebagai gangguan nutrisi yang dipicu oleh penimbunan jaringan lemak secara abnormal atau berlebihan sehingga berdampak negatif pada kondisi kesehatan. Individu yang mengidap kegemukan menghadapi peningkatan kerentanan terhadap berbagai penyakit, antara lain hipertensi, diabetes melitus tipe 2, *stroke*, penyakit jantung koroner, dislipidemia, serta keganasan. Beragam aspek turut andil sebagai pencetus munculnya kegemukan pada kelompok usia muda seperti mahasiswa, meliputi pola hidup kurang gerak (*sedentary lifestyle*), kecenderungan genetik, intensitas kegiatan fisik, pola konsumsi makanan, dimensi demografi dan sosioekonomi, hingga kondisi lingkungan sekitar (prasarana, ketersediaan, serta kemudahan akses terhadap makanan bergizi).<sup>4</sup> Penetapan status obesitas dapat dilakukan dengan menggunakan parameter IMT. *WHO* telah menetapkan IMT sebagai parameter perbandingan antara berat badan dan tinggi badan.

Obesitas berpengaruh signifikan terhadap penurunan *vital capacity* (VC). Secara mekanik, penumpukan jaringan lemak di dinding dada dan rongga

abdomen menyebabkan peningkatan tekanan intraabdominal yang mendorong diafragma ke arah kranial, sehingga menghambat ekspansi paru dan menurunkan FRC serta ERV. Kondisi ini mengakibatkan berkurangnya elastisitas paru dan dinding dada, sehingga kapasitas vital menjadi lebih rendah pada individu dengan indeks massa tubuh tinggi. Selain itu, secara metabolik, jaringan adiposa pada obesitas bersifat proinflamasi dan berperan aktif dalam sekresi *adipokine* seperti leptin dan adiponektin yang memengaruhi fungsi paru. Ketidakseimbangan sekresi adipokine tersebut mengaktifkan *NLRP3 inflammasome* yang memicu pelepasan sitokin proinflamasi (seperti IL-1 $\beta$ , IL-6, IL-17, dan IL-23) yang berkontribusi terhadap disfungsi jaringan paru dan menurunkan kapasitas vital. Kombinasi efek mekanik dan inflamasi ini menjelaskan hubungan erat antara peningkatan derajat obesitas dengan penurunan kapasitas vital paru pada individu obesitas penumpukan lemak tubuh berlebih dapat memicu perubahan metabolik serta struktural.<sup>5</sup> Penumpukan lemak berlebih dapat menyebabkan jalan napas menjadi lebih sempit bahkan tertutup. Hal ini dapat mengakibatkan volume paru menjadi berkurang dan konsumsi oksigen menjadi bertambah. Resistensi pernapasan pada individu yang mengalami obesitas menyebabkan kerja mekanik sistem pernapasan menjadi meningkat.<sup>6</sup>

Sebagai organ vital yang sangat esensial, pemeliharaan kinerja paru secara optimal memegang peranan krusial karena berkontribusi langsung terhadap kondisi kesehatan, kemampuan jasmani, serta mutu kehidupan individu. Guna mengidentifikasi dan mengevaluasi status sistem respirasi, pemeriksaan fungsi paru menjadi satu diantara pendekatan diagnostik yang dapat diterapkan. Pengukuran kapasitas paru baik secara statis maupun dinamis dengan memanfaatkan spirometer ialah sasaran utama dari pelaksanaan uji fungsi paru tersebut.<sup>7</sup>

Hasil spirometri yang didapatkan berupa nilai *forced vital capacity* (FVC) dan *vital capacity* (VC). Beragam faktor turut berperan dalam memengaruhi capaian uji fungsi paru. Aspek-aspek yang dapat berdampak pada hasil pengujian meliputi usia, jenis kelamin, derajat kegemukan, intensitas berolahraga, kondisi lingkungan, postur tubuh (berbaring, duduk, maupun

berdiri), gangguan pada paru (PPOK, fibrosis paru, serta asma), keadaan emosional (*stress*, kecemasan, dan panik), hingga kebiasaan mengonsumsi rokok.<sup>7,8</sup>

Mahasiswa kedokteran mempunyai tuntutan akademik yang sangat tinggi, mencakup jadwal kuliah, praktik laboratorium, kegiatan klinik serta waktu belajar mandiri yang panjang. Situasi tersebut kerap mendorong kalangan mahasiswa mengadopsi pola hidup *sedentary*, yakni minimnya aktivitas jasmani yang disertai kebiasaan makan kurang optimal. Berbagai studi membuktikan bahwa angka kejadian berat badan berlebih (*overweight*) serta kegemukan di kalangan mahasiswa kedokteran dan kesehatan mencapai proporsi yang cukup signifikan. Suatu *systematic review* dan *meta-analysis* terhadap 47.455 mahasiswa kedokteran dari beragam kawasan melaporkan prevalensi *overweight* sebesar  $\pm 18\%$  (95% CI: 17–20%) serta obesitas  $\pm 9\%$  (95% CI: 7–11%), dengan akumulasi kelebihan berat badan (*overweight* dan obesitas) sekitar 24% (95% CI: 22–27%).<sup>9</sup> Faktor gaya hidup seperti minimnya aktivitas jasmani, tingginya durasi duduk (*sedentary behaviour*), serta kebiasaan makan tidak sehat (kerap mengonsumsi *fast food* dan camilan berkalori tinggi) telah teridentifikasi sebagai pemicu kenaikan IMT di kalangan mahasiswa. Sebagai ilustrasi, suatu riset pada mahasiswa kedokteran di Sudan mengungkapkan bahwa 44,9% mahasiswa mempunyai tingkat aktivitas fisik rendah, dengan prevalensi *overweight*: 22,2% serta obesitas: 6,5%. Kendati dalam studi tersebut aktivitas jasmani tidak menunjukkan korelasi signifikan dengan *BMI*, kebiasaan makan justru memperlihatkan hubungan yang bermakna.<sup>10</sup>

Sejumlah riset mendemonstrasikan bahwa kegemukan berkaitan dengan melemahnya kapasitas paru, termasuk berkurangnya nilai *Forced Vital Capacity* (*FVC*) dan *Vital Capacity* (*VC*). Al Ghobain *et al* (2023) mengungkapkan bahwa kenaikan IMT secara signifikan menurunkan nilai *FVC* pada populasi dewasa sehat.<sup>11</sup> Riset longitudinal di kawasan Asia turut menemukan bahwa peningkatan rasio pinggang-pinggul berhubungan dengan penurunan *FVC* dan *FEV<sub>1</sub>* seiring berjalannya waktu.<sup>12</sup> Sharma *et al* (2020) juga melaporkan bahwa *FVC* secara

bermakna lebih rendah pada individu gemuk dibandingkan individu berberat badan normal.<sup>13</sup> Akan tetapi, temuan kontras diperlihatkan oleh beberapa penelitian lain yang tidak menemukan korelasi bermakna antara kegemukan dengan penurunan kapasitas paru. Patel *et al* (2024) pada lebih dari 3.000 partisipan memperlihatkan bahwa variasi nilai *FVC* antarkategori IMT tidaklah signifikan.<sup>10</sup> Campos *et al* (2022) bahkan menemukan bahwa *FVC* dapat sedikit meningkat pada anak dan remaja gemuk, mengisyaratkan keterkaitan kompleks antara adipositas dan kinerja paru.<sup>14</sup> Temuan serupa juga ditunjukkan oleh penelitian di Universitas Andalas (2025) yang membuktikan ketiadaan hubungan bermakna antara kegemukan dengan parameter fungsi paru seperti *FVC* dan *FEV<sub>1</sub>* pada mahasiswa kedokteran.<sup>6</sup>

Temuan yang tidak konsisten ini menunjukkan bahwa hubungan antara obesitas dan hasil spirometri seperti VC dan FVC masih belum sepenuhnya jelas, terutama pada populasi usia muda sehat. Oleh karena itu, penelitian pada mahasiswa obesitas menjadi penting guna memahami lebih lanjut pengaruh obesitas terhadap kapasitas paru pada kelompok usia produktif tanpa komorbiditas yang dapat memengaruhi hasil spirometri. Berdasar temuan-temuan tersebut, penting guna meneliti lebih lanjut gambaran hasil spirometri pada mahasiswa kedokteran dengan obesitas. Mengingat kelompok ini termasuk kategori usia muda yang rentan mengalami pergeseran pola hidup akibat tekanan akademik, studi ini diharapkan mampu menyajikan gambaran awal mengenai pengaruh kegemukan terhadap kinerja paru pada populasi mahasiswa kedokteran, sekaligus menjadi landasan bagi upaya pencegahan gangguan respirasi sejak dini.

Berlandaskan paparan tersebut, penulis terdorong melaksanakan penelitian berjudul "Hubungan Obesitas dengan Hasil Spirometri pada Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Angkatan 2022." Hasil penelitian yang akan di dapatkan diharapkan dapat meningkatkan kesadaran baik mahasiswa maupun masyarakat agar lebih memperhatikan berat badan ideal guna menjaga kesehatan sistem pernapasan dan kesehatan tubuh.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasar uraian dari latar belakang tersebut, didapatkan memberi dasar pada peneliti guna merumuskan pertanyaan “apakah ada hubungan antara obesitas dengan hasil spirometri (*Vital Capacity* dan *Forced Vital Capacity*) mahasiswa FK UMSU angkatan 2022”.

## 1.3 Tujuan Penelitian

### 1.3.1 Tujuan Umum

Penelitian ini bertujuan guna mengetahui apakah ada hubungan antara obesitas dengan hasil spirometri pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara angkatan 2022.

### 1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengetahui hubungan antar overweight dengan FVC (*Forced Vital Capacity*) dan VC (*vital capacity*) pada mahasiswa FK UMSU angkatan 2022.
2. Mengetahui hubungan antar obesitas I dengan VC (*Forced Vital Capacity*) dan VC (*Vital Capacity*) pada mahasiswa FK UMSU angkatan 2022.
3. Mengetahui hubungan antar obesitas II dengan parameter spirometri, seperti FVC (*Forced Vital Capacity*) dan VC (*Vital Capacity*) pada mahasiswa FK UMSU angkatan 2022.
4. Mengetahui karakteristik responden dengan FVC (*Forced Vital Capacity*) dan VC (*Vital Capacity*) Mahasiswa FK UMSU angkatan 2022.

## 1.4 Manfaat Penelitian

### 1.4.1 Bagi mahasiswa

Melalui studi ini, diharapkan tumbuh kepedulian mahasiswa akan urgensi mempertahankan berat badan proporsional demi menjaga kapasitas fungsi paru tetap optimal.

### 1.4.2. Bagi Peneliti

Pelaksanaan riset ini memungkinkan penulis memperoleh tambahan wawasan keilmuan, sekaligus memenuhi persyaratan penyelesaian program pendidikan Sarjana Kedokteran.

#### **1.4.3. Bagi Masyarakat**

Diharapkan hasil studi ini mampu memperluas wawasan serta meningkatkan kepedulian masyarakat mengenai pentingnya memelihara berat badan proporsional guna menjaga kesehatan sistem pernapasan.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Obesitas**

##### **2.1.1 Definisi**

Penimbunan jaringan adiposa secara berlebihan di dalam tubuh ialah inti dari gangguan gizi yang dikenal sebagai obesitas. Ketimpangan antara asupan kalori yang dikonsumsi dengan pengeluaran energi oleh tubuh menjadi pemicu utama kondisi ini. Dewasa ini, persoalan gizi tersebut berkembang dengan laju yang cukup pesat di berbagai belahan dunia. Tidak hanya terbatas pada negara-negara maju, lonjakan jumlah penyandang kegemukan juga merambah negara-negara berkembang.<sup>15</sup>

##### **2.1.2 Epidemiologi**

Sebagai persoalan kesehatan berskala internasional, angka kejadian kegemukan terus menunjukkan tren peningkatan, termasuk di negara berkembang seperti Indonesia. Secara global, data *WHO* memperlihatkan bahwa angka kejadian kegemukan sudah melonjak hampir tiga kali lipat semenjak 1975. Pada 2022, sebanyak 2,5 miliar warga dewasa berusia 18 tahun atau lebih tercatat memiliki bobot tubuh berlebih, dengan lebih dari 890 juta orang masuk dalam golongan obesitas berdasarkan catatan *WHO*. Merujuk pada *Riskesdas*, prevalensi kegemukan warga dewasa Indonesia di 2013 berada pada angka 15,4%, lalu mengalami kenaikan hingga 21,8% sebagaimana ditunjukkan *Riskesdas* 2018. Khusus Provinsi Sumatera Utara, prevalensi kegemukan mencapai 25,8%.

##### **2.1.3 Faktor Risiko**

Beragam aspek turut berperan dalam meningkatkan kerentanan seseorang terhadap kegemukan. Faktor-faktor pemicu tersebut meliputi:

###### **a. Genetik**

Predisposisi genetik menjadi satu diantara faktor yang berkontribusi terhadap kerentanan seseorang mengalami kegemukan. *Parental fitness* ialah aspek genetik yang dapat meningkatkan risiko tersebut. Keterlibatan sejumlah alel sebagai predisposisi timbulnya kegemukan telah ditunjukkan

oleh beberapa studi genetik.<sup>10</sup> Keturunan dari ayah maupun ibu berberat badan berlebih menghadapi risiko sekitar 30–50% guna mengalami kondisi serupa. Apabila kedua orang tua menyandang obesitas, risiko anak guna mengalami hal yang sama meningkat hingga 60–80%.<sup>16</sup>

#### **b. Usia**

Keterkaitan signifikan antara penambahan usia dengan kejadian kegemukan telah banyak dilaporkan. Perubahan hormonal serta penurunan aktivitas jasmani pada usia lanjut dapat memicu penimbunan lemak di dalam tubuh.<sup>17</sup>

Seiring bertambahnya umur, laju *metabolic rate* menjadi lebih lambat. Setelah melewati usia 25 tahun, metabolisme sel-sel tubuh mengalami penurunan 4% setiap dekade. Perempuan yang telah memasuki fase menopause akan mengalami penurunan *metabolic rate* lebih lanjut, sehingga kebutuhan kalori guna menjaga berat badan menjadi lebih rendah.<sup>17</sup>

#### **c. Jenis Kelamin**

Kaum perempuan memiliki kerentanan lebih besar untuk mengalami kegemukan bila disandingkan dengan kaum pria. Hal ini terutama dipicu oleh laju metabolisme tubuh perempuan yang relatif lebih lambat. Asupan makanan pada pria cenderung dikonversi menjadi massa otot serta cadangan energi yang siap dimanfaatkan, sementara tubuh perempuan lebih condong menyimpannya dalam wujud jaringan adiposa. Kondisi ini berkaitan dengan *Basal Metabolic Rate* (laju metabolik saat istirahat) pada wanita yang 10% lebih rendah dibandingkan pria.<sup>17</sup>

#### **a. Aktivitas Fisik**

Peran aktivitas jasmani dalam mempertahankan serta mengendalikan berat badan sangatlah krusial. Individu yang jarang bergerak atau menjalani gaya hidup *sedentary* mempunyai kerentanan lebih besar terhadap kegemukan. Semakin minim aktivitas fisik yang dijalankan, semakin sedikit pula energi yang dikeluarkan tubuh. Bagi individu dewasa,

direkomendasikan guna menjalankan aktivitas jasmani rutin selama 150 menit per minggu atau 30 menit per hari.<sup>18</sup>

#### **b. Pola Makan**

Konsumsi makanan secara berlebihan turut menjadi pemicu terjadinya kegemukan. Asupan kalori yang melampaui kebutuhan tubuh dapat mengakibatkan penimbunan lemak berlebih. Keseimbangan antara kalori masuk dan kalori yang dikeluarkan sangat diperlukan guna mempertahankan berat badan ideal. Jenis makanan olahan instan, minuman *softdrink*, serta *fast food* seperti *burger*, *pizza*, atau *hotdog* mengandung kalori dalam jumlah besar.<sup>17</sup>

#### **2.1.4 Cara Mendiagnosis Obesitas**

Penetapan diagnosis kegemukan dapat dilaksanakan melalui perhitungan IMT ataupun pengukuran lingkar pinggang. *IMT* merupakan cara evaluasi status gizi secara menyeluruh yang dihitung melalui pembagian bobot badan (kilogram) dengan kuadrat tinggi badan (meter), lalu hasilnya diekspresikan dalam satuan  $\text{kg/m}^2$ . Meskipun demikian, kelemahan *IMT* terletak pada ketidakmampuannya mengidentifikasi komposisi lemak secara presisi, seperti lemak visceral, persebaran lemak, ataupun massa otot. Untuk mengukur penumpukan lemak pada area abdomen, lingkar pinggang dapat digunakan sebagai indikator. Akumulasi lemak visceral di sekitar perut membawa risiko yang jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan persebaran lemak yang merata ke seluruh bagian tubuh.<sup>19</sup>

### **2.2 Sistem Pernapasan**

#### **2.2.1 Anatomi Pernapasan**

Bagian paling awal dari sistem respirasi ialah cavitas nasi. Apertura nasalis anterior (nares) ialah pintu masuk ke cavitas nasi yang ada pada bagian anterior cavitas nasi. Bagian belakang dari cavitas nasi ada pintu yang disebut apertura nasalis posterior (choana) yang menghubungkan antara cavitas nasi dengan *pharynx*. Cavitas nasi dan cavitas oris dipisahkan oleh *palatum durum*. Cavitas nasi dan cavitas *cranii* dipisahkan oleh *os ethmoidale*, *os sphenoid*, dan *os frontale*. Cavitas nasi *dextra* dan *sinistra* dibatasi oleh *septum nasi*.<sup>20</sup>

Cavitas nasi mempunyai 3 regio yang terdiri dari *vestibulum nasi*, *pars respiratoria*, dan *pars olfactoria*. *vestibulum nasi* mempunyai sebuah garis batas yang disebut *limen nasi* yang memisahkan *vestibulum nasi* dari regio lainnya. Selain itu *vestibulum nasi* juga mempunyai *vibrassea* yang berfungsi menapis partikel yang ikut masuk bersama udara. Regio *respiratoria* ialah bagian terbesar dan mempunyai anyaman vasa padat di lapisan *submucosa* yang disebut plexus *kiesselbach* yang berperan dalam menghangatkan udara dan kelenjar kelenjar sekresi yang dapat melembabkan udara sebelum masuk ke paru-paru.<sup>20</sup>

#### **a. Pharynx**

Pharynx ialah saluran berbentuk tabung yang disusun oleh otot yang menghubungkan cavitas oris dan cavitas nasi dengan larynx dan oesophagus. Pangkal pharynx berada sejajar dengan basis *cranii* dan berujung setentang dengan *vertebra cervicalis*. Pharynx dapat dibagi menjadi 3 bagian berdasar lokasi perlekatannya yaitu *nasopharynx*, *oropharynx*, dan *laryngopharynx*. *Nasopharynx* terletak di sebelah posterior cavitas nasi. *Oropharynx* berada di sebelah posterior dari cavitas oris, dibatasi oleh *isthmus faucium*. *Laryngopharynx* terletak di posterior larynx dan terhubung dengan larynx melalui *aditus laryngis*. *Aditus laryngis* dapat dijumpai *glottis* yang berfungsi menutup larynx apabila sedang menelan makanan atau minuman.<sup>20</sup>

#### **b. Larynx**

Laring ialah saluran berbentuk tabung pendek, ireguler, dan tersusun oleh *kartilago cricoidea*, *kartilago thyroidea*, *cartilago epiglottica*, *cartilago arytenoidea*, *cartilago corniculata*, *cartilago cuneiformis*. Laring ialah saluran yang menghubungkan pharynx dengan trachea. Laring memiliki fungsi guna mencegah makanan/minuman masuk ke dalam trachea.<sup>20,21</sup>

#### **c. Trachea dan Percabangannya**

Trachea terletak stentang dengan *vertebra scervicalis VI (VC6)* hingga *vertebra thoracica IV/V (VT4/5)*. Trachea terbentuk oleh *cartilago trachealis* yang mempunyai bentuk seperti huruf C.

Pada bagian yang setentang VT4/5 trachea membentuk bifurcatio trachea. Bifurcatio trachea dapat dijumpai reseptor batuk yang disebut cariana trachea. Trachea kemudian membentuk cabang menjadi bronchus primarius dexter dan bronchus primarius sinister. Kemudian bronchus prinsipalis bercabang menjadi bronchus lobaris. Bronchus lobaris kemudian bercabang menjadi bronchus segmentalis.

Ujung bronchus yang paling akhir bercabang menjadi bronchiolus conductorius. Bronchiolus conductorius bercabang lagi menjadi bronchiolus terminalis, kemudian membentuk cabang lagi menjadi bronchiolus respiratorius.<sup>20</sup>

#### **d. Pulmo**

Letak organ pulmo berada pada hemithoraks dexter dan sinister. Ukuran pulmo dexter lebih besar dan lebih pendek dan lebar dibandingkan pulmo sinister. Hal ini disebabkan karena hemithoraks sinister terdesak oleh mediastinum dan letak dome diaphragma hemithorax dexter lebih superior daripada hemithoraks sinister. *Pulmo dexter* tersusun atas tiga lobus, yakni lobus superior, lobus medius, dan lobus inferior, sedangkan *pulmo sinister* hanya terdiri dari dua lobus, yaitu lobus superior yang dilengkapi *lingula* serta lobus inferior.<sup>20</sup>

Organ pulmo berbentuk separuh kerucut yang terdiri atas bagian apex, basis, tiga fasies, dan tiga margo. Apex pulmo menjorok ke superior costa prima dan mencapai regio cervicalis. Basis pulmo berada dekat dengan diaphragma.<sup>20</sup>

### **2.2.2 Mekanisme Pernapasan**

#### **A. Pernapasan Dada**

Dalam proses pernapasan yang melibatkan rongga dada, otot interkostalis memegang peranan sentral. Otot tersebut terbagi menjadi dua kelompok, yakni otot interkostalis eksterna yang berfungsi mengangkat tulang rusuk dan otot interkostalis interna yang berperan mengembalikan tulang rusuk ke posisi semula. Ketika otot interkostalis eksterna mengalami kontraksi, tulang rusuk terangkat sehingga volume rongga toraks

bertambah. Penambahan volume tersebut menyebabkan tekanan intrapulmoner turun di bawah tekanan atmosfer di luar tubuh, sehingga udara mengalir ke dalam suatu mekanisme yang dikenal sebagai inspirasi.<sup>22</sup>

Pada fase ekspirasi, kontraksi otot interkostalis interna mengembalikan tulang rusuk ke posisi awal, menyebabkan peningkatan tekanan udara di dalam rongga toraks. Proses pengeluaran udara dari paru melalui kompresi ini disebut ekshalasi.<sup>22</sup>

Proses bernapas berlangsung secara otomatis, bahkan ketika seseorang tertidur, meskipun sistem respirasi berada di bawah kendali saraf otonom. Berdasar lokasi pertukaran gas, respirasi dikategorikan menjadi dua jenis: pernapasan eksternal dan pernapasan internal. Proses pertukaran udara yang terjadi antara alveoli dan darah kapiler dinamakan pernapasan eksternal, sedangkan pertukaran antara darah kapiler dengan sel-sel jaringan disebut pernapasan internal. Perpindahan udara menuju dan meninggalkan paru ditentukan oleh perbedaan tekanan di dalam rongga toraks terhadap tekanan atmosfer. Ketika tekanan ekstratorakal lebih dominan, udara akan mengalir masuk secara cepat; sebaliknya, saat tekanan intratorakal yang lebih dominan, udara akan terdorong ke luar. Berkaitan dengan organ yang berperan dalam inhalasi dan ekshalasi, mekanisme respirasi terbagi menjadi pernapasan dada dan pernapasan perut, keduanya bekerja secara simultan.<sup>22</sup>

## **B. Pernapasan Perut**

Selama proses respirasi abdominal, diafragma dan otot-otot perut bekerja secara aktif. Saat diafragma berkontraksi, posisinya menjadi mendatar, mengakibatkan penambahan volume rongga toraks dan penurunan tekanan atmosfer di dalamnya. Kondisi tersebut memungkinkan paru mengembang sehingga udara dapat masuk (inhalasi).<sup>22</sup>

Respirasi ialah aktivitas otomatis yang tetap berlangsung meski seseorang dalam keadaan tidur, kendati sistem pernapasan dikendalikan oleh saraf otonom. Berdasar lokasi terjadinya pertukaran gas, respirasi terbagi menjadi respirasi eksternal dan respirasi internal.<sup>22</sup>

Pertukaran gas antara alveoli dengan darah di kapiler diistilahkan sebagai respirasi eksternal, sementara proses serupa yang berlangsung antara darah kapiler dengan sel-sel jaringan dinamakan respirasi internal. Aliran udara yang masuk maupun keluar dari paru sangat bergantung pada selisih tekanan antara rongga dada dan lingkungan sekitar. Bila tekanan di luar rongga dada lebih besar, udara akan masuk; sebaliknya, apabila tekanan di dalam rongga dada yang lebih tinggi, udara akan terdorong keluar.<sup>22</sup>

Berkenaan dengan organ yang terlibat dalam proses inhalasi dan ekshalasi, mekanisme respirasi dikelompokkan menjadi dua tipe: pernapasan torakal dan pernapasan abdominal. Kedua tipe tersebut berlangsung secara bersamaan.<sup>22</sup>

### **2.2.3. Volume Pernapasan**

Dalam kondisi normal, kapasitas udara paru manusia mencapai sekitar 4500 cc, yang dikenal sebagai kapasitas total pernapasan. Dari jumlah tersebut, sekitar 3500 cc ialah kapasitas vital yang digunakan saat bernapas, sedangkan 1000 cc sisanya ialah udara residual yang senantiasa tersisa di dalam paru. Kapasitas vital didefinisikan sebagai volume udara maksimum yang dapat dihembuskan setelah inspirasi penuh. Pada pernapasan normal, sekitar 500 cc udara digunakan tiap hembusan, yang dikenal sebagai kapasitas tidal. Pada situasi tertentu, inhalasi maupun ekshalasi dapat mencapai sekitar 1500 cc pada hembusan dan tarikan napas yang sama.<sup>21</sup>

## **2.3 Uji Faal Paru**

Pengujian faal paru dapat dilaksanakan menggunakan alat spirometri. Spirometri termasuk satu diantara pemeriksaan yang paling mudah diakses serta bermanfaat dalam mengevaluasi kinerja paru. Pengukuran volume udara yang dihembuskan pada titik waktu tertentu selama ekspirasi penuh dengan tenaga maksimal, yang didahului inhalasi maksimal, ialah inti dari pemeriksaan ini.<sup>20</sup>

### **2.3.1 Spirometri**

Spirometri ialah instrumen pemeriksaan yang difungsikan guna mengevaluasi kinerja paru. Instrumen ini juga kerap dimanfaatkan dalam

menganalisis kondisi respirasi.<sup>23</sup> Hasil pemeriksaan spirometri menampilkan nilai *FVC* dan *VC*. *FVC* ialah volume gas yang dapat dikeluarkan dengan upaya maksimal dan cepat setelah melakukan inspirasi penuh. *VC* merupakan hasil penjumlahan dari volume tidal, volume cadangan ekspirasi, serta volume cadangan inspirasi. Banyak faktor yang dapat memengaruhi hasil dari tes fungsi paru. Faktor-faktor tersebut meliputi usia, jenis kelamin, tingkat kelebihan berat badan, pola olahraga, kondisi lingkungan, posisi tubuh (berbaring, duduk, berdiri), penyakit paru-paru (seperti PPOK, fibrosis paru, dan asma), keadaan emosional (seperti stres, kecemasan, dan kepanikan), serta kebiasaan merokok.<sup>7,8</sup>

### 2.3.2 Persiapan Spirometri

Beberapa persiapan perlu dilakukan sebelum melaksanakan pemeriksaan spirometri. Setiap pasien harus diinformasikan agar menghindari merokok minimal 1 jam sebelum tes, menghindari makan berat dan berolahraga atau aktivitas fisik intens 2 jam sebelum menjalani prosedur pemeriksaan karena faktor tersebut dapat memengaruhi kapasitas paru. Prosedur ini perlu dijelaskan dengan teliti kepada pasien, sambil menekankan betapa pentingnya kolaborasi pasien guna mencapai hasil yang paling tepat. Berat dan tinggi badan pasien harus diukur dengan pasien tanpa alas kaki dan hanya mengenakan pakaian ringan. Usia pasien perlu dicatat dengan teliti. Proses ini perlu dilakukan dengan pasien dalam posisi duduk tegak, mengenakan pakaian yang ringan, dan tidak menyilangkan kaki. Anak-anak dapat melaksanakan tes ini baik dalam posisi duduk maupun berdiri, tetapi prosedur yang sama harus diterapkan kepada individu yang sama setiap kali.<sup>24</sup>

Selama proses tersebut, punggung harus didukung oleh sandaran dan tidak boleh condong ke depan. Gigi tiruan perlu dilepaskan jika menghalangi prosedur.<sup>24</sup> Pemeriksa memasang nose clip guna mencegah kebocoran udara dari hidung, lalu pasien diminta melakukan inspirasi maksimal, menutup rapat bibir pada mouthpiece, dan segera melakukan ekspirasi maksimal sampai volume akhir tercapai.<sup>25</sup>

Spirometer harus dikalibrasi secara berkala. Spirometer diharuskan guna secara otomatis menghasilkan salinan fisik atau rekaman guna mendeteksi kesalahan teknis atau guna menentukan apakah tes telah memenuhi syarat. Petugas yang melakukan pengujian spirometri memerlukan pelatihan agar dapat memperoleh hasil yang tepat. Upaya terbaik pasien sangat penting dalam menjalani tes ini.<sup>26</sup>

### **2.3.3 Prosedur Penggunaan Spirometri**

Prosedur spirometri dimulai dengan memastikan identitas pasien, melakukan skrining singkat gejala infeksi akut, dan menyiapkan alat berikut mouthpiece serta filter bakteri-virus sesuai standar keselamatan terbaru.<sup>27</sup> Pasien diposisikan duduk tegak dengan kaki menapak lantai, kemudian diberi instruksi ulang mengenai manuver inspirasi maksimal dan ekspirasi kuat, cepat, dan terus-menerus hingga udara benar-benar habis.<sup>26</sup> Pemeriksa memasang nose clip guna mencegah kebocoran udara dari hidung, lalu pasien diminta melakukan inspirasi maksimal, menutup rapat bibir pada mouthpiece, dan segera melakukan ekspirasi maksimal sampai volume akhir tercapai.<sup>25</sup> Setiap manuver harus diulang minimal tiga kali hingga didapatkan dua kurva yang konsisten dan memenuhi kriteria repeatability sesuai standar internasional.<sup>27</sup> Setelah manuver selesai dan hasil memenuhi kriteria acceptability serta repeatability, data dianalisis berdasar nilai prediksi yang sesuai usia, jenis kelamin, ras/etnis, dan tinggi badan pasien.<sup>26</sup>

### **2.3.4 Kapasitas Vital**

VC mengacu pada volume udara maksimal yang bisa dikeluarkan sesudah melakukan penarikan napas secara maksimal. Angka ini didapatkan dari penjumlahan volume tidal, volume cadangan inspirasi, dan volume cadangan ekspirasi. Pengukuran VC dapat dilaksanakan menggunakan spirometer basah maupun spirometer konvensional. Pada orang dewasa, VC umumnya berkisar antara 3 hingga 5 liter. Beberapa aspek yang memengaruhi VC individu mencakup usia, jenis kelamin, tinggi badan, berat badan, serta ras. Sebagai ilustrasi, seiring bertambahnya usia, volume residu dan kapasitas residu fungsional mengalami peningkatan, sehingga

VC mengalami penurunan. Diketahui pula bahwa VC bertambah seiring peningkatan tinggi badan, sementara kenaikan IMT terbukti berkaitan dengan VC yang lebih rendah.<sup>28</sup>

Pelaksanaan manuver *Vital Capacity* (VC) dimulai dengan menempatkan responden pada posisi duduk tegak, menggunakan nose clip guna mencegah kebocoran udara, dan diberikan instruksi jelas sebelum pemeriksaan. Responden diminta bernapas tenang terlebih dahulu, kemudian melakukan inspirasi maksimal hingga mencapai kapasitas paru penuh, diikuti ekspirasi secara perlahan, stabil, dan terus-menerus hingga tidak ada udara lagi yang dapat dikeluarkan tanpa usaha eksplosif. Setiap manuver dievaluasi dari kurva volume–waktu guna memastikan tidak ada batuk, penutupan glotis, atau kebocoran udara. Pengukuran dilakukan minimal tiga kali dan hasil dianggap valid bila dua manuver terbaik mempunyai selisih kurang dari 150 mL.<sup>29</sup>

#### **2.3.5. Kapasitas Vital Paksa**

*FVC* merupakan volume udara yang bisa dihembuskan secara maksimal sesudah penarikan napas maksimal. Dalam kondisi normal, besaran *FVC* hampir sepadan dengan VC biasa. Namun, pada kondisi obstruksi, nilai *FVC* menjadi lebih kecil dibandingkan VC biasa. Kapasitas vital paru berfungsi memastikan kapasitas fungsional paru dengan nilai rerata sekitar 4500 mL.<sup>30</sup>

Pelaksanaan manuver *Forced Vital Capacity* (FVC) dilakukn dengan posisi pasien duduk tegak, menggunakan nose clip, dan bibir melekat rapat pada corong spirometer. Setelah bernapas normal, pasien melakukan inspirasi maksimal hingga kapasitas total paru, lalu diinstruksikan guna menghembuskan udara secepat dan sekuat mungkin (“*blast*”), serta mempertahankan ekspirasi hingga akhir dengan usaha maksimal agar tercapai plateau pada kurva volume-waktu. Guna memastikan data yang valid, manuver ini diulangi minimal tiga kali dan dinilai dari grafik aliran-volume atau volume-waktu guna mengecek apakah ada batuk awal, kebocoran, atau penghentian ekspirasi prematur. Variabilitas upaya sering

muncul pada inspirasi yang tidak maksimal atau ekspirasi yang terlalu singkat, sehingga coaching yang baik oleh pemeriksa penting guna menghasilkan manuver yang dapat diterima dan reproduktif.<sup>29</sup>

### 2.3.5 Interpretasi Hasil Pemeriksaan

Sebelum melaksanakan interpretasi hasil, sejumlah kriteria perlu dipenuhi terlebih dahulu. ATS menyatakan bahwa hasil spirometri yang optimal ditandai oleh usaha ekspirasi yang memperlihatkan: (1) gangguan minimal pada permulaan ekspirasi paksa, (2) tidak adanya batuk pada detik pertama ekshalasi paksa, serta (3) terpenuhinya salah satu dari tiga kriteria validitas akhir pemeriksaan: (a) peningkatan kurva linier yang halus dari volume-waktu menuju fase *plateau* dengan durasi minimal 1 detik; (b) apabila pemeriksaan tidak memperlihatkan gambaran *plateau* pada ekspirasi, maka *FET* harus mencapai 15 detik; atau (c) apabila pasien tidak sanggup atau sebaiknya tidak meneruskan ekshalasi paksa karena pertimbangan medis.<sup>31</sup>

Sesudah standar tersebut terpenuhi, nilai normal referensi  $FEV_1$  serta *FVC* pasien ditetapkan berdasarkan jenis kelamin, umur, dan tinggi badan (beberapa jenis spirometri mampu mengkalkulasi nilai normal secara otomatis dengan memasukkan data pasien). Kemudian, dipilih 3 hasil  $FEV_1$  dan *FVC* yang konsisten dari pemeriksaan spirometri untuk disandingkan dengan nilai normal yang telah ditentukan guna memperoleh persentase nilai prediksi.<sup>31</sup>

Dari capaian penilaian pemeriksaan spirometri, evaluasi fungsi faal paru dapat diamati dalam tabel berikut:

| Value                | Normal                       | Obstruksi                                             | Restriksi                                            | Kombinasi Obstruksi & Restriksi |
|----------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|---------------------------------|
| FVC                  | $\geq 80\%$ pred (N)<br>Atau | N                                                     | < N                                                  | < 80% Pred                      |
| FEV1                 | $\geq 80\%$ pred (N)         | < N                                                   | N / <N                                               | < 80% Pred                      |
| FEV1/FVC (FEV1%)     | N (> 70%)                    | < 70%                                                 | > 70%                                                | < 70%                           |
| FVC/FVC pred (FVC %) | $\geq 80\%$                  |                                                       | < N                                                  |                                 |
| TLC                  | 80–120%                      |                                                       | < 80% pred                                           |                                 |
| Notes                |                              | Severity<br>~ %pred<br>FEV1<br>(= FEV1/<br>FEV1 Pred) | Severity<br>~ % pred<br>FVC<br>(= FVC /<br>FVC pred) |                                 |

Gambar 2. 1 Tabel hasil pemeriksaan spirometri

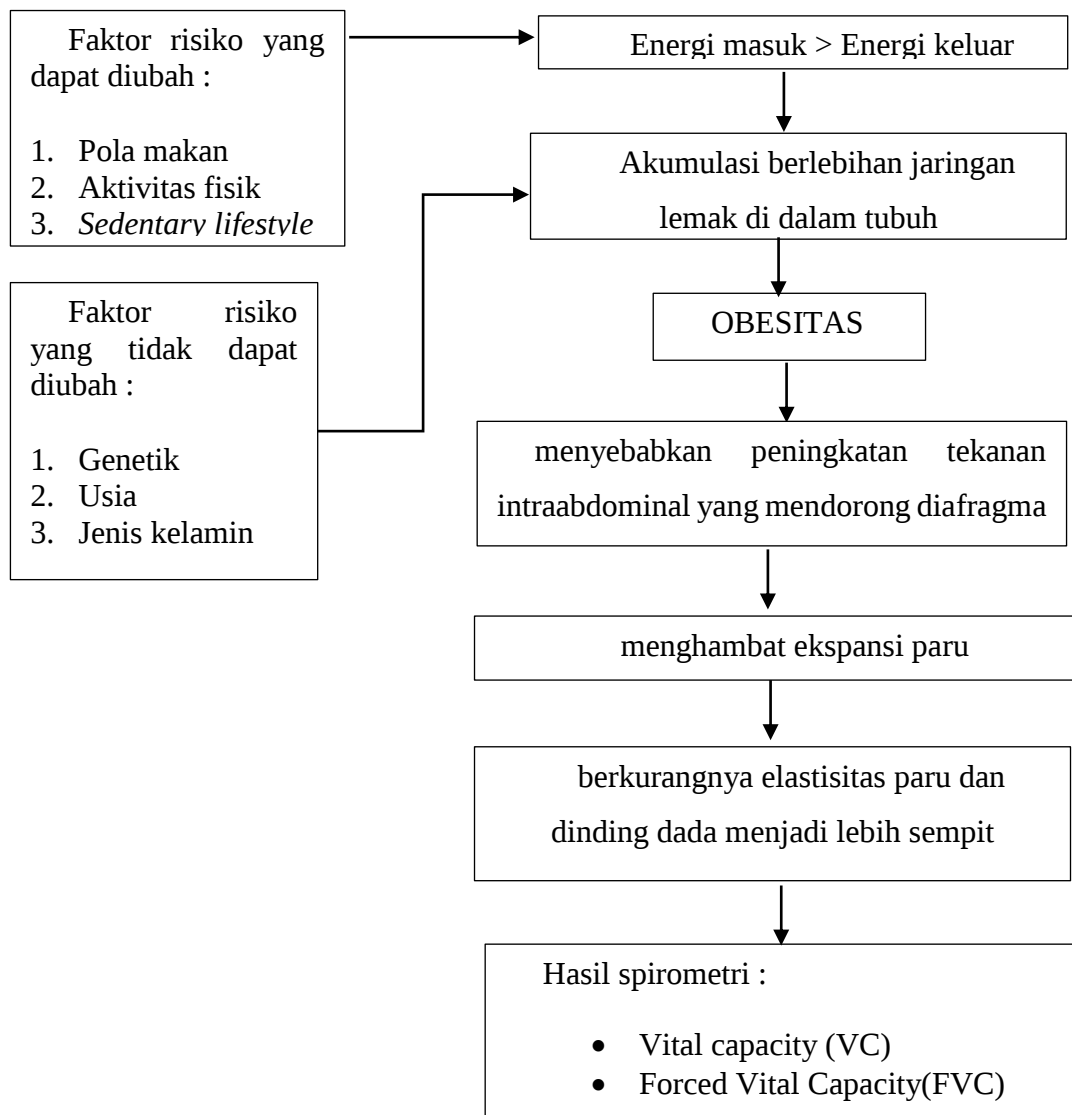
Sumber : Anna Unaiyah ZN et.al. 2019

## 2.4 Pengaruh Obesitas terhadap Hasil Spirometri

Obesitas berpengaruh signifikan terhadap penurunan *vital capacity* (VC) dan *Forced Vital capacity* (FVC). Secara mekanik, penumpukan jaringan lemak di dinding dada dan rongga abdomen menyebabkan peningkatan tekanan intraabdominal yang mendorong diafragma ke arah kranial, sehingga menghambat ekspansi paru dan menurunkan FRC serta ERV. Akibat dari kondisi tersebut, daya regang paru beserta dinding dada mengalami penurunan, yang berujung pada rendahnya kapasitas vital pada orang dengan *IMT* yang tinggi. Selain itu, secara metabolik, jaringan adiposa pada obesitas bersifat proinflamasi dan berperan aktif dalam sekresi *adipokine* seperti leptin dan adiponektin yang memengaruhi fungsi paru. Ketidak seimbangan sekresi adipokine tersebut mengaktifkan *NLRP3 inflammasome* yang memicu pelepasan sitokin proinflamasi (seperti IL-1 $\beta$ , IL-6, IL-17, dan IL-23) yang berkontribusi terhadap disfungsi jaringan paru dan menurunkan kapasitas vital. Kombinasi efek mekanik dan inflamasi ini menjelaskan hubungan erat antara peningkatan derajat obesitas dengan penurunan kapasitas vital paru pada individu obesitas penumpukan lemak tubuh berlebih dapat memicu perubahan metabolik serta struktural.<sup>5</sup> Penumpukan lemak berlebih dapat menyebabkan

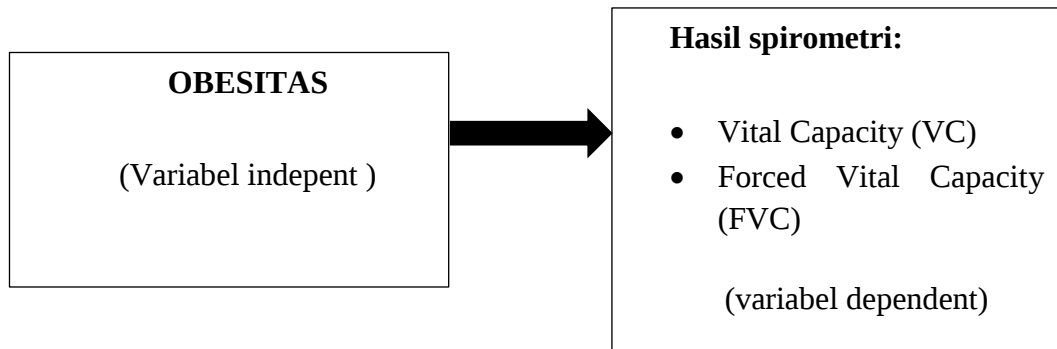
jalan napas menjadi lebih sempit bahkan tertutup. Hal ini dapat mengakibatkan volume paru menjadi berkurang dan konsumsi oksigen menjadi bertambah. Resistensi pernapasan pada individu yang mengalami obesitas menyebabkan kerja mekanik sistem pernapasan menjadi meningkat.<sup>6</sup>

## 2.5. Kerangka Teori



Gambar 2. 2 Kerangka Teori

## 2.6. Kerangka konsep



Gambar 2. 3 Kerangka Konsep

## 2.7. Hipotesis

H0 = tidak ada hubungan yang signifikan antara obesitas dengan hasil spirometri (*Forced Vital Capacity dan Vital Capacity*) mahasiswa fakultas kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara angkatan 2022.

H1 = Ada hubungan yang signifikan antara obesitas dengan hasil spirometri (*Forced Vital Capacity dan Vital Capacity*) mahasiswa fakultas kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara angkatan 2022.

## BAB 3

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Definisi Operasional

| Variabel                          | Definisi Operasional                                                                                                                   | Alat Ukur                         | Skala Ukur | Hasil Ukur                                                           |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|------------|----------------------------------------------------------------------|
| <b>Obesitas</b>                   | Kedaaan kelebihan berat badan berdasar perhitungan IMT                                                                                 | Timbangan badan dan stature meter | Ordinal    | Overweight: 23–24,9<br>Obesitas I: 25–29,9<br>Obesitas II: $\geq 30$ |
| <b>Forced Vital Capacity(FVC)</b> | Volume udara maksimum yang dapat dihembuskan setelah ekspirasi maksimal                                                                | Spirometri                        | rasio      | Nilai hasil spirometri                                               |
| <b>Vital Capacity (VC)</b>        | Kapasitas udara terbesar yang sanggup dikeluarkan sesudah seseorang menghirup napas sedalam mungkin lalu mengembuskannya secara total. | Spirometri                        | rasio      | Nilai hasil spirometri                                               |

Tabel 3. 1 Definisi Operasional

### 3.2 Jenis dan Rancangan Penelitian

Rancangan *cross-sectional* dengan pendekatan kuantitatif analitik observasional diterapkan dalam studi ini, di mana data dikumpulkan pada satu momen waktu guna menelaah keterkaitan antara kegemukan dengan capaian spirometri pada mahasiswa FK UMSU angkatan 2022.

### 3.3 Tempat dan Waktu Penelitian

#### 3.3.1 Tempat Penelitian

Pelaksanaan studi ini bertempat di laboratorium fisiologi Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan UMSU.

#### 3.3.2 Waktu Penelitian

Studi ini dilaksanakan pada periode Desember 2025.

### 3.4 Populasi dan Sampel Penelitian

#### 3.4.1 Populasi Penelitian

Mahasiswa aktif Fakultas Kedokteran UMSU angkatan 2022 menjadi populasi dalam studi ini.

#### 3.4.2 Sampel Penelitian

Seluruh mahasiswa aktif Fakultas Kedokteran UMSU angkatan 2022 yang memenuhi kriteria inklusi serta tidak termasuk kriteria eksklusi dijadikan sampel penelitian. Metode *total sampling* diterapkan sebagai teknik pengambilan sampel, yakni keseluruhan anggota populasi yang memenuhi persyaratan dilibatkan sebagai sampel mengingat jumlahnya relatif kecil dan masih dapat dijangkau sepenuhnya oleh peneliti.

Kriteria inklusi:

- Mahasiswa aktif FK UMSU angkatan 2022 berkategori *Overweight* (23–24,9), Obesitas I (25–29,9), Obesitas II ( $\geq 30$ )
- Menyatakan kesediaan sebagai responden serta menyetujui *informed consent*
- Tidak sedang mengalami infeksi saluran pernapasan akut.

Kriteria eksklusi:

- Mempunyai riwayat gangguan paru kronik (asma, PPOK, TBC)
- Tidak kooperatif selama pemeriksaan spirometri berlangsung

- Perokok aktif

### 3.5 Besar Sampel

Oleh karena studi ini menerapkan metode *total sampling*, besaran sampel ditentukan berdasar jumlah mahasiswa FK UMSU angkatan 2022 yang lolos seleksi kriteria inklusi dan eksklusi. Jumlah pasti sampel diketahui setelah proses seleksi serta skrining data responden diselesaikan.

### 3.6 Metode Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilaksanakan secara langsung melalui pengukuran antropometri serta pemeriksaan spirometri terhadap responden. Tahapan pengumpulan data meliputi:

#### Pengisian Identitas dan Informed Consent

Responden yang lolos kriteria inklusi diminta mengisi lembar identitas serta menandatangani *informed consent* sebagai bentuk persetujuan keikutsertaan dalam studi.

#### Pengukuran Indeks Massa Tubuh (IMT)

Bobot badan ditimbang memakai timbangan dan tinggi badan diukur memakai *stature meter* guna menghitung *IMT*. Penentuan nilai *IMT* dilakukan dengan membagi bobot badan (kg) terhadap kuadrat tinggi badan ( $m^2$ ). Klasifikasi obesitas ditetapkan berdasar standar *IMT Asia-Pasifik*.

#### Pemeriksaan Fungsi Paru (Spirometri)

Evaluasi fungsi paru dilaksanakan menggunakan spirometer. Pemeriksaan dijalankan sesuai prosedur standar dalam posisi duduk, dengan instruksi inspirasi dan ekspirasi maksimal. Parameter yang dicatat meliputi *Forced Vital Capacity (FVC)* serta *Vital Capacity (VC)*.

### 3.7 Metode Analisis Data

Perangkat lunak statistik (*SPSS*) digunakan guna menganalisis data yang telah terhimpun. Tahapan analisis dikerjakan secara bertahap, disesuaikan dengan tujuan riset, skala ukur variabel, serta rancangan *cross-sectional*, dengan perincian berikut:

### **Analisis Univariat**

Analisis univariat diterapkan guna mendeskripsikan karakteristik responden serta distribusi tiap variabel penelitian. Usia, jenis kelamin, kategori *IMT*, nilai *VC*, dan *FVC* merupakan variabel yang ditelaah. Penyajian data kategorik dilakukan lewat distribusi frekuensi beserta persentase, sedangkan data numerik dipaparkan berupa rerata dan simpangan baku (*mean*  $\pm$  standar deviasi).

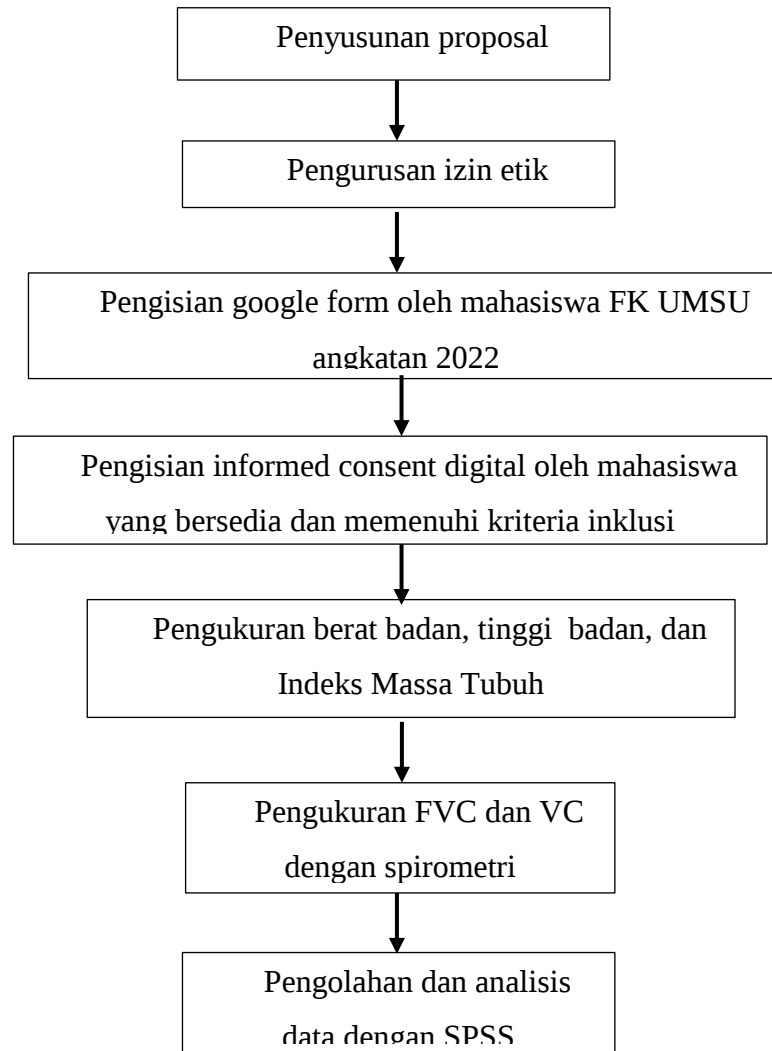
### **Analisis Bivariat**

Analisis bivariat diterapkan guna menganalisis keterkaitan antara kegemukan dengan capaian spirometri, yakni *VC* dan *FVC*. Mengingat variabel obesitas berskala ordinal serta variabel *VC* dan *FVC* berskala rasio, uji korelasi *Spearman* dipilih sebagai uji statistik. Pemilihan uji ini didasarkan pada kesesuaiannya dalam menilai hubungan antara data ordinal dan numerik serta tidak mensyaratkan distribusi data normal.

### **Interpretasi Hasil**

Signifikansi hasil uji statistik ditentukan apabila nilai  $p < 0,05$ . Capaian analisis tersebut digunakan dalam menguji hipotesis penelitian serta menarik simpulan mengenai keterkaitan antara kegemukan dengan capaian spirometri pada mahasiswa FK UMSU angkatan 2022.

### 3.8 Alur Penelitian



Gambar 3. 1 alur penelitian

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Penelitian

Studi ini telah memperoleh persetujuan dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan FK dan Ilmu Kesehatan UMSU dengan nomor: (No:46/KEPK/FKUMSU/2025). Kegiatan riset dilaksanakan di laboratorium fisiologi FK dan Ilmu Kesehatan UMSU sepanjang periode Desember 2025. Pengambilan sampel dikerjakan lewat kuesioner *online* berbasis *Google Form* yang mencakup pertanyaan terkait identitas responden, bobot badan, tinggi badan, riwayat kelainan pernapasan, riwayat merokok, serta kebiasaan berolahraga. Dari keseluruhan populasi mahasiswa angkatan 2022, sebanyak 32 responden terjaring melalui teknik *total sampling*. Seluruh responden terpilih memenuhi kriteria inklusi sehingga pemeriksaan spirometri dilaksanakan. Data hasil spirometri selanjutnya diolah melalui analisis univariat guna mendeskripsikan karakteristik responden serta distribusi tiap variabel. Kemudian, analisis dilanjutkan dengan uji korelasi *Spearman* sebagai analisis bivariat guna mengidentifikasi ada tidaknya keterkaitan antara kedua variabel yang diteliti. Keseluruhan temuan penelitian beserta distribusi frekuensinya disajikan dalam format tabel dan uraian naratif agar memberikan gambaran komprehensif mengenai hasil studi ini.

##### 4.1.1. Analisis Univariat

##### 4.1.1.1 Distribusi Karakteristik Responden

Distribusi karakteristik responden berdasar demografi pada mahasiswa Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan UMSU diperoleh sebagai berikut:

Tabel 4.1. Distribusi Karakteristik Responden

| Karakteristik        | Frekuensi | Persentase (%) |
|----------------------|-----------|----------------|
| Demografi            | (n)       |                |
| <b>Jenis Kelamin</b> |           |                |
| Laki-laki            | 2         | 28.1           |
| Perempuan            | 23        | 71.9           |

| <b>Usia (Dalam Tahun)</b> |           |              |
|---------------------------|-----------|--------------|
| 20                        | 3         | 9.4          |
| 21                        | 18        | 56.3         |
| 22                        | 10        | 31.3         |
| 23                        | 1         | 3.1          |
| <b>Total</b>              | <b>32</b> | <b>100.0</b> |

Merujuk pada Tabel 4.1 perihal distribusi karakteristik responden, total partisipan dalam studi ini berjumlah 32 orang. Ditinjau dari jenis kelamin, mayoritas partisipan ialah perempuan sebanyak 23 orang (71,9%), sementara laki-laki berjumlah 9 orang (28,1%). Ditinjau dari aspek usia, sebagian besar partisipan berumur 21 tahun yakni 18 orang (56,3%). Partisipan berumur 22 tahun berjumlah 10 orang (31,3%), usia 20 tahun sebanyak 3 orang (9,4%), dan usia 23 tahun ialah proporsi terkecil yakni 1 orang (3,1%). Distribusi tersebut memperlihatkan dominasi partisipan pada kelompok usia dewasa muda. Secara garis besar, profil responden memperlihatkan bahwa mayoritas partisipan adalah perempuan dan tergolong dalam rentang usia dewasa muda, dengan dominasi pada umur 21 tahun.

#### 4.1.1.2 Distribusi Indeks Massa Tubuh (IMT)

Tabel 4.2 Tabel Distribusi Indeks Massa Tubuh (IMT)

| <b>Kategori</b> | <b>Frekuensi (n)</b> | <b>Persentase (%)</b> |
|-----------------|----------------------|-----------------------|
| Overweight      | 11                   | 34,4                  |
| Obesitas 1      | 10                   | 31,3                  |
| Obesitas 2      | 11                   | 34,4                  |
| <b>Total</b>    | <b>32</b>            | <b>100,0</b>          |

Berdasar tabel tersebut, dari 32 partisipan, kategori *overweight* (OW) berjumlah 11 orang (34,4%), kategori obesitas tingkat I sebanyak 10 orang (31,3%), dan kategori obesitas tingkat II berjumlah 11 orang (34,4%). Temuan ini menunjukkan sebaran IMT responden yang relatif merata pada ketiga klasifikasi.

#### 4.1.1.4 Distribusi Vital Capacity

Tabel 4.3 Distribusi Nilai Vital Capacity

|                       | <b>n</b> | <b>Minimum (%)</b> | <b>Maksimum (%)</b> | <b>Rata-rata (%)</b> | <b>Simpang baku</b> |
|-----------------------|----------|--------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| <i>Vital capacity</i> | 32       | 47                 | 105                 | 75,6875              | 14,11117            |

Berdasar capaian statistik deskriptif, kapasitas vital paru pada 32 partisipan menunjukkan nilai minimum 47% dan maksimum 105%. Rerata kapasitas vital paru tercatat 75,69% dengan simpang baku 14,11, mengindikasikan adanya variasi nilai kapasitas vital antarresponden.

#### 4.1.1.5 Distribusi Forced Vital Capacity

Tabel 4.4 Distribusi Forced Vital Capacity

|                              | <b>n</b> | <b>Minimum (%)</b> | <b>Maksimum (%)</b> | <b>Rata-rata (%)</b> | <b>Simpang baku</b> |
|------------------------------|----------|--------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| <i>Forced Vital capacity</i> | 32       | 49                 | 109                 | 78,8125              | 15, 23671           |

Berdasar capaian statistik deskriptif, *Forced Vital Capacity* pada 32 partisipan memperlihatkan nilai minimum 49% dan maksimum 109%. Rerata *FVC* tercatat 78,81% dengan simpang baku 15,24%, menunjukkan adanya variasi nilai *FVC* antarresponden.

### 4.2.1 Analisis Bivariat

#### 4.2.1.1 uji korelasi spearman hubungan IMT dengan VC

Tabel 4.5 Uji Korelasi Spearman Hubungan IMT Dengan VC

| <b>Variabel Independen</b> | <b>Variable Independen</b> | <b>p-value</b> | <b>r spearman</b> |
|----------------------------|----------------------------|----------------|-------------------|
| IMT                        | <i>Vital Capacity</i>      | 0,220          | 0,223             |

Berdasar capaian uji korelasi *Spearman's rho*, diperoleh koefisien korelasi antara IMT dan *Vital Capacity* sebesar  $r = 0,223$  dengan nilai signifikansi  $p = 0,220$  pada 32 partisipan. Koefisien korelasi tersebut mengisyaratkan adanya hubungan positif lemah antara IMT dan VC, di mana peningkatan IMT cenderung diikuti kenaikan VC. Nilai  $p$  yang melebihi 0,05 menunjukkan bahwa keterkaitan antara IMT dan VC tidak bermakna secara statistik. Dengan demikian, disimpulkan bahwa tidak ditemukan hubungan signifikan antara IMT dan VC pada subjek studi ini.

#### 4.2.1.2 uji korelasi spearman hubungan IMT dengan FVC

Tabel 4.6 Uji Korelasi Spearman Hubungan IMT dengan FVC

| Variabel Independen | Variable Independen          | p-value | r spearman |
|---------------------|------------------------------|---------|------------|
| IMT                 | <i>Forced Vital Capacity</i> | 0,842   | 0,037      |

Berdasar capaian uji korelasi *Spearman's rho*, diperoleh koefisien korelasi antara IMT dan *Forced Vital Capacity* sebesar  $r = 0,037$  dengan nilai signifikansi  $p = 0,842$  pada 32 partisipan. Koefisien tersebut mengisyaratkan adanya hubungan positif yang sangat lemah antara IMT dan *FVC*. Nilai  $p$  yang melebihi 0,05 menunjukkan bahwa keterkaitan antara IMT dan *FVC* tidak bermakna secara statistik. Dengan demikian, disimpulkan bahwa tidak ditemukan hubungan signifikan antara IMT dan *FVC* pada subjek studi ini.

#### 4.2 Pembahasan

Studi ini bertujuan menganalisis keterkaitan antara IMT dengan kinerja paru yang diukur melalui parameter spirometri, yakni *Vital Capacity* (VC) dan *Forced Vital Capacity* (FVC), pada mahasiswa Fakultas Kedokteran UMSU angkatan 2022 berkategori *overweight*, obesitas tingkat 1, serta obesitas tingkat 2. Temuan studi menunjukkan ketiadaan hubungan bermakna secara statistik antara IMT dengan VC maupun *FVC*.

Ketiadaan korelasi signifikan antara IMT dan VC mengindikasikan bahwa peningkatan IMT pada partisipan belum disertai dengan penurunan kapasitas vital paru. Fenomena ini dapat diterangkan oleh karakteristik partisipan yang sebagian besar berada pada kelompok usia dewasa muda. Pada usia ini, fungsi paru umumnya masih berada dalam kondisi optimal dan mempunyai kemampuan adaptasi serta kompensasi fisiologis yang baik, sehingga perubahan berat badan belum memberikan dampak yang nyata terhadap kapasitas paru<sup>14,28</sup>

Secara teoretis, kenaikan IMT mampu memengaruhi kinerja paru melalui mekanisme mekanis, yakni akumulasi jaringan adiposa pada dinding toraks dan rongga abdomen yang meningkatkan tekanan intraabdomen.<sup>5</sup> Penilaian pola distribusi obesitas juga diperlukan guna menilai hubungan antara obesitas terhadap fungsi paru. Obesitas sentral, yang ditandai dengan kelebihan lemak di organ dalam, dada, dan perut, mempunyai pengaruh yang lebih merugikan

terhadap fungsi paru-paru dibandingkan dengan obesitas tipe perifer.<sup>32</sup> Penumpukan jaringan lemak di daerah toraks dan abdomen dapat membatasi pergerakan diafragma dan menghambat ekspansi paru secara maksimal.<sup>13</sup> Namun, Penelitian ini tidak menilai distribusi lemak tubuh, sehingga kemungkinan besar responden belum mengalami perubahan struktural yang cukup guna memengaruhi fungsi paru secara bermakna.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata *Vital Capacity* (VC) responden berada di bawah nilai normal (<80% nilai prediksi), sedangkan nilai rata-rata *Forced Vital Capacity* (FVC) masih berada dalam batas normal. Temuan ini sejalan dengan konsep penelitian oleh Graham et al., 2019 dan Sharma, 2025 bahwa VC lebih sensitif terhadap keterbatasan ekspansi paru akibat peningkatan massa tubuh, sementara FVC sangat dipengaruhi oleh usaha ekspirasi maksimal responden saat pemeriksaan spirometri.<sup>28,29</sup>

Secara teori, obesitas dapat memengaruhi fungsi paru melalui dua mekanisme utama, yaitu mekanisme mekanik dan inflamasi. Akumulasi lemak pada dinding toraks serta abdomen memicu terjadinya mekanisme mekanis, yang berdampak pada peningkatan tekanan intraabdomen, penurunan *Functional Residual Capacity* (FRC), dan berkurangnya daya elastis paru beserta dinding dada. Sementara itu, jaringan adiposa yang mempunyai sifat proinflamasi melepaskan sitokin seperti *IL-6* serta *IL-1 $\beta$* , sehingga memunculkan mekanisme inflamasi yang turut menyebabkan gangguan pada jaringan paru.<sup>5</sup>

Meski demikian, hasil uji korelasi *Spearman* pada studi ini memperlihatkan bahwa keterkaitan antara IMT dengan VC maupun FVC tidak menunjukkan signifikansi secara statistik ( $p > 0,05$ ). Beberapa riset terdahulu pada kelompok usia muda dan mahasiswa turut mendukung temuan ini. Riset Octaviani et al. (2025) yang dilakukan pada mahasiswa kedokteran Universitas Andalas juga membuktikan tidak adanya korelasi bermakna antara kegemukan dengan parameter spirometri berupa FVC dan FEV<sub>1</sub>. Penelitian menegaskan bahwa hubungan antara IMT dengan FVC dan FEV<sub>1</sub> karena subjek penelitian ialah dewasa muda yang relatif sehat, sebagian besar hanya overweight atau obesitas ringan, sehingga fungsi

paru masih dapat dikompensasi dan belum mengalami perubahan mekanik yang bermakna.<sup>6</sup>

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Elsaidy et al. (2024) yang menunjukkan bahwa peningkatan indeks massa tubuh tidak selalu berhubungan secara signifikan dengan penurunan parameter fungsi paru, termasuk FVC, terutama pada populasi dewasa muda yang relatif sehat. Penelitian tersebut menegaskan bahwa pengaruh BMI terhadap fungsi paru bersifat variatif dan dipengaruhi oleh faktor usia, kondisi kesehatan subjek, serta mekanisme kompensasi sistem pernapasan.<sup>33</sup>

Tidak ditemukannya hubungan yang bermakna antara IMT dengan fungsi paru pada penelitian ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Pertama, responden berada pada kelompok usia dewasa muda, sehingga paru masih mempunyai kemampuan kompensasi fisiologis terhadap peningkatan massa.<sup>14</sup> Kedua, durasi obesitas tidak dievaluasi dalam penelitian ini, padahal dampak obesitas terhadap struktur dan fungsi paru cenderung muncul pada obesitas yang berlangsung lama.<sup>12</sup> Ketiga, responden tidak mempunyai penyakit paru kronik dan bukan perokok, sehingga faktor-faktor yang dapat mempercepat penurunan fungsi paru dapat diminimalkan.<sup>10</sup>

Berdasar hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa meskipun obesitas secara teoritis berpotensi memengaruhi fungsi paru melalui mekanisme mekanik dan inflamasi, peningkatan IMT pada mahasiswa overweight dan obesitas usia dewasa muda dalam penelitian ini belum menunjukkan hubungan yang signifikan dengan penurunan VC dan FVC. Temuan ini menegaskan bahwa pengaruh obesitas terhadap fungsi paru bersifat multifaktorial dan tidak hanya ditentukan oleh IMT semata, khususnya pada populasi usia muda yang masih sehat.

Studi ini mempunyai sejumlah limitasi yang perlu diperhatikan dalam menafsirkan hasilnya, antara lain rancangan potong lintang (*cross-sectional*) yang tidak mampu menjelaskan hubungan kausal secara pasti. Jumlah sampel yang digunakan relatif terbatas dan bersumber dari satu institusi, sehingga generalisasi hasil belum dapat dilakukan secara luas. Selain itu, penilaian kegemukan hanya menggunakan IMT tanpa mempertimbangkan distribusi lemak tubuh. Studi ini juga

tidak menilai durasi obesitas, tingkat aktivitas jasmani, serta kebiasaan berolahraga responden yang potensial memengaruhi kinerja paru. Parameter spirometri yang dianalisis pun terbatas pada *VC* dan *FVC*, sehingga gambaran fungsi paru secara menyeluruh belum dapat dievaluasi secara komprehensif. Dengan adanya keterbatasan tersebut, diharapkan studi ini dapat menjadi landasan bagi penelitian lanjutan dengan jumlah sampel lebih besar, rentang usia lebih luas, serta penilaian parameter fungsi paru tambahan seperti *FEV<sub>1</sub>* dan rasio *FEV<sub>1</sub>/FVC*.

## BAB 5

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Merujuk pada temuan riset tentang keterkaitan obesitas dengan capaian spirometri pada mahasiswa FK Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara angkatan 2022, simpulan yang dapat dirumuskan ialah sebagai berikut:

1. Karakteristik responden penelitian didominasi oleh mahasiswa usia dewasa muda, dengan mayoritas berusia 21 tahun dan berjenis kelamin perempuan.
2. Distribusi indeks massa tubuh (IMT) responden relatif merata antara kategori overweight, obesitas tingkat I, dan obesitas tingkat II.
3. Nilai rata-rata *Vital Capacity* (VC) responden berada di bawah nilai normal yaitu 75,69%, sedangkan nilai rata-rata *Forced Vital Capacity* (FVC) masih berada dalam batas normal yaitu 78,81%, dengan variasi nilai yang cukup besar antarresponden.
4. Nilai signifikansi  $p = 0,220$  pada korelasi antara IMT dan *vital capacity* lebih besar dari 0,05 dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna secara statistik antara indeks massa tubuh (IMT) dengan *Vital Capacity* (VC) pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara angkatan 2022.
5. Nilai signifikansi  $p = 0,842$  pada korelasi antara IMT dan *Forced vital capacity* lebih besar dari 0,05 dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan yang bermakna secara statistik antara indeks massa tubuh (IMT) dengan *Forced Vital Capacity* (FVC) pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara angkatan 2022.

#### 5.2 Saran

Berdasar hasil dan keterbatasan penelitian ini, maka peneliti memberikan saran bagi Peneliti selanjutnya guna melibatkan jumlah sampel yang lebih besar dan rentang usia yang lebih luas, serta menambahkan parameter spirometri lain seperti

FEV<sub>1</sub> dan rasio FEV<sub>1</sub>/FVC. Selain itu, faktor lain seperti durasi obesitas, tingkat aktivitas fisik, dan distribusi lemak tubuh juga perlu dipertimbangkan agar hubungan antara obesitas dan fungsi paru dapat dievaluasi secara lebih komprehensif.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Kindangen FA, Pangemanan DHC, Pangkahila EA. Hubungan indeks massa tubuh dengan FEV1 / FVC pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Angkatan 2023 Universitas Sam Ratulangi Manado. *J Kedokt Komunitas dan Trop*. 2024;12(2):579-582.
2. Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas). Laporan Riskesdas 2018 Nasional. *Lemb Penerbit Balitbangkes*. Published online 2018:hal 156. [https://repository.badankebijakan.kemkes.go.id/id/eprint/3514/1/Laporan Riskesdas 2018 Nasional.pdf](https://repository.badankebijakan.kemkes.go.id/id/eprint/3514/1/Laporan_Riskesdas_2018_Nasional.pdf)
3. BKPK. SKI 2023 DALAM ANGKA. *Kemenkes*. Published online 2023:896.
4. Agung A, Agusta A, Karmaya INM, Wardana ING, Widiyanti IGA. Faktor – faktor risiko terjadinya obesitas sentral pada mahasiswa jenjang sarjana fakultas kedokteran universitas udayana. 2024;15(1):150-153. doi:10.15562/ism.v15i1.1962
5. Palma G, Sorice GP, Genchi VA, et al. Adipose Tissue Inflammation and Pulmonary Dysfunction in Obesity. *Int J Mol Sci*. 2022;23(13):10-12. doi:10.3390/ijms23137349
6. Octaviani FN, Anggraini FT, Yetti H, Iramah M, Ermayanti S, Hanum FJ. Hubungan Obesitas dengan Fungsi Paru pada Pemeriksaan Spirometri Mahasiswa Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Andalas. *J Ris Ilm*. 2025;2(3):1703-1711.
7. Firdaus MR, Kaidah S, Marisa D, Studi P, Program K, Kedokteran F. Gambaran Uji Fungsi Paru Pada Mahasiswa Pskps Fk Ulm Angkatan 2022. Published online 2022:219-226.
8. Putra KP, Pratama RP, Nugroho KPA. Kapasitas Vital Paru Berkorelasi Positif dengan Kemampuan Tahan Nafas pada Laki-Laki Usia 19-25 Tahun. *JOSSAE J Sport Sci Educ*. 2020;5(1):25. doi:10.26740/jossae.v5n1.p25-32
9. Shafiee A, Nakhaee Z, Bahri RA, et al. Global prevalence of obesity and overweight among medical students: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*. 2024;24(1):1-9. doi:10.1186/s12889-024-19184-4
10. Yousif MM, Kaddam LA, Humeda HS. Correlation between physical activity, eating behavior and obesity among Sudanese medical students Sudan. *BMC Nutr*. 2019;5(1):1-8. doi:10.1186/s40795-019-0271-1
11. Jiayan Liu , Hanfei Xu , L Adrienne Cupples , George T O' Connor CTL. The impact of obesity on lung function measurements and respiratory disease: A Mendelian randomization study. *NCBI*. Published online 2023. doi:10.1111/ahg.12506
12. Park Y, Kim J, Kim YS, et al. Longitudinal association between adiposity changes and lung function deterioration. *Respir Res*. 2023;24(1):1-12. doi:10.1186/s12931-023-02322-8
13. Kaur G, Kaur S, Gupta G, Kaur R. Effect of obesity on lung volumes among adults. *Int J Res Med Sci*. 2020;8(8). doi:<https://doi.org/10.18203/2320-6012.ijrms20203094>

14. Hsu YE, Chen SC, Geng JH, Wu DW, Wu PY, Huang JC. Obesity-Related Indices Are Associated with Longitudinal Changes in Lung Function: A Large Taiwanese Population Follow-Up Study. *Nutrients*. 2021;13(11):4055. doi:10.3390/nu13114055
15. Octaviana dila rukmi, Ramadhani reza aditya. HAKIKAT MANUSIA: Pengetahuan (Knowledge), Ilmu Pengetahuan (Sains), Filsafat Dan Agama Dila. *J Tawadhu*. 2021;2(2):143-159.
16. Lubis MY, Hermawan D, Febriani U, Farich A. Hubungan antara Faktor Keturunan, Jenis Kelamin dan Tingkat Sosial Ekonomi Orang Tua dengan Kejadian Obesitas pada Mahasiswa di Universitas Malahayati Tahun 2020. *J Hum Care*. 2020;5(4):891-900.
17. Saraswati SK, Rahmaningrum FD, Pahsya MNZ, et al. Literature Review : Faktor Risiko Penyebab Obesitas. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*. 2021;20(1):70-74. doi:10.14710/mkmi.20.1.70-74
18. Annurullah GA, Jasmine MS, Saraswati NA, et al. FAKTOR RISIKO OBESITAS PADA PEKERJA KANTORAN : A. 2021;2:80-88.
19. Santoso AH, Kartolo MS, Alifiah TP, et al. Pelayanan Skrining Obesitas dan Obesitas Sentral pada Populasi Lanjut Usia melalui Pengukuran Indeks Massa Tubuh Dan Lingkar Pinggang Screening of Obesity and Central Obesity of Elderly Living at Community Dwelling House by Measurement of Body Mass Index . *J Has Pengabdian Masyarakat Indonesia*. 2024;3(2):62-68. <https://doi.org/10.58192/karunia.v3i2.2150>
20. Ahmad Hamim Sadewa, Widya Wasityastuti, Muhammad Mansyur Romi, Dwi Cahyani Ratna Sari, Nur Arfian, Junaedy Yunus, Muhammad Ghufroon, Dewajani Purnomosari, Rahmaningsih Mara Sabirin, Tasmini, Ngadikun, Titik Nuryastuti, Edwin Widyanto Daniwijaya, Farida Nur R. *Comprehensive Biomedical Sciences: Sistem Respirasi*. (Sadewa AH, Wasityastuti W, Marcellus, eds.). Gajah Mada University PRESS; 2023. [https://www.google.co.id/books/edition/Comprehensive\\_Biomedical\\_Sciences\\_Sistem/63a4EAAQBAJ?hl=id&gbpv=1](https://www.google.co.id/books/edition/Comprehensive_Biomedical_Sciences_Sistem/63a4EAAQBAJ?hl=id&gbpv=1)
21. Utami RT, Ismail IU, Delfira A, Rinarto ND, Safitri M. *Anatomi & Fisiologi Manusia*. (Sepriano, Efitra, eds.). PT. Sonpedia Publishing Indonesia; 2023.
22. Khadijah S, Astuti T, Widaryanti R, Ratnaningsih E. Buku Ajar Anatomi & Fisiologi Manusia Edisi 1. *J Chem Inf Model*. Published online 2020:205.
23. Handayani RN. Peningkatan Pengetahuan dan Keterampilan Perawat melalui Edukasi Pengukuran Spirometri. *J Community Engagement Empower*. 2022;4(2):71-75.
24. Lamb K, Theodore D, Bhutta BS. Spirometri. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560526/>
25. Schönfeldt-guerrero P. ALAT 2023 Recommendations for Performing Respiratory Function Studies. 2023;59:619-620. doi:10.1016/j.arbres.2023.04.004.References
26. *Pedoman Diagnosis Dan Penatalaksanaan PPOK Di Indonesia (2023)*. PDPI; 2023.
27. Al AMET, McGowan A, Laveneziana P, Bayat S, Beydon N, Boros PW. International consensus on lung function testing during the COVID-19

- pandemic and beyond. Published online 2022. doi:10.1183/23120541.00602-2021
28. Sharma. SDS. Vital Capacity. In: StatPearls; 2025. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK541099/>
  29. Graham BL, Steenbruggen I, Miller MR, et al. Standardization of Spirometry 2019 Update An Of fi cial American Thoracic Society and European Respiratory Society Technical Statement. *Am Thorac Soc.* 2019;200(8). doi:10.1164/rccm.201908-1590ST
  30. Soeyanto C, Atzmardina Z. Perbedaan rerata volume ekspirasi paksa satu detik pada perokok dan bukan perokok mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara. *Tarumanagara Med J.* 2020;2(2):220-225. doi:10.24912/tmj.v3i1.9721
  31. Uyainah ZN A, Amin Z, Thufeilsyah F. Spirometri. *Ina J Chest Crit Emerg Med.* Published online 2019:35-38.
  32. Mohamed S. Impact of Obesity on Respiratory Health. *J Adv Lung Heal.* 2022;2:81-82. doi:10.4103/jalh.jalh
  33. Elsaidy WH, Alzahrani SA, Boodai SM. Exploring the correlation between body mass index and lung function test parameters : a cross-sectional analytical study. Published online 2024.

## LAMPIRAN

### Lampiran 1 Lembar

#### LEMBAR PENJELASAN KEPADA CALON RESPONDEN PENELITIAN

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Perkenalkan, saya Lady Salsabila (NPM: 2208260139), mahasiswa Program Studi Kedokteran Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Saat ini saya sedang melakukan penelitian dengan judul: **“Hubungan Obesitas dengan Hasil Spirometri (Forced Vital Capacity dan Vital Capacity) pada Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Angkatan 2022.”**

Penelitian ini bertujuan guna mengetahui apakah ada hubungan antara obesitas dan hasil pemeriksaan fungsi paru, khususnya nilai Forced Vital Capacity (FVC) dan Vital Capacity (VC) pada mahasiswa FK UMSU angkatan 2022.

Sebagai responden, Saudara/i akan diminta guna:

1. Mengisi data diri dan lembar persetujuan.
2. Mengisi Google Form guna skrining awal.
3. Mengikuti pemeriksaan antropometri berupa pengukuran berat badan dan tinggi badan.
4. Menjalani pemeriksaan spirometri sesuai prosedur yang telah ditetapkan.

Seluruh pemeriksaan dilakukan oleh petugas terlatih dan tidak menimbulkan bahaya yang berarti karena bersifat non-invasif. Data yang dikumpulkan akan diolah secara ilmiah guna kepentingan penelitian.

Partisipasi Saudara/i bersifat sukarela tanpa paksaan, dan Saudara/i berhak menolak atau menghentikan partisipasi kapan saja tanpa konsekuensi apa pun. Seluruh data pribadi dan hasil pemeriksaan akan dirahasiakan dan hanya digunakan guna kepentingan penelitian ini. Penelitian ini tidak membebankan biaya apa pun kepada Saudara/i.

Jika Saudara/i membutuhkan penjelasan lebih lanjut dapat menghubungi saya melalui:

Nama : Lady Salsabila

Alamat : Jl. Taqwa, Gg. Angkasa, No. 15A, kel. Tanjung Rejo, kec. Madan Sunggal  
No. WA : 082362028987

Saya mengucapkan terima kasih atas kesediaan Saudara/i guna berpartisipasi dalam penelitian ini. Keikutsertaan Saudara/i sangat bermanfaat dalam pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya terkait fungsi paru dan kondisi obesitas pada mahasiswa kedokteran.

Setelah membaca dan memahami penjelasan ini, diharapkan Saudara/i dapat mengisi lembar persetujuan yang telah disediakan.

Medan, Desember  
2025  
Peneliti

Lady Salsabila

## Lampiran 2 Lembar Informed Consent

### LEMBAR CONSENT SURAT PERSETUJUAN SETELAH PENJELASAN

**Saya yang bertandatangan di bawah ini:**

Nama Responden :

NPM :

Umur :

Angkatan :

No. WA :

Menyatakan bersedia menjadi subjek (responden) dalam penelitian dari:

Nama: Lady Salsabila

NPM : 2208260139

Judul Penelitian : “Hubungan Obesitas dengan Hasil Spirometri (Forced Vital Capacity dan Vital Capacity) pada Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Angkatan 2022.”

Sebelumnya saya telah menerima penjelasan mengenai tujuan, prosedur, manfaat, serta risiko penelitian ini. Saya telah mendapat kesempatan guna bertanya mengenai hal-hal yang belum saya pahami dan telah menerima jawaban yang memadai. Saya mengerti bahwa prosedur yang akan saya jalani meliputi pengisian data, pemeriksaan antropometri (berat badan dan tinggi badan), serta pemeriksaan spirometri, yang seluruhnya bersifat non-invasif dan mempunyai risiko minimal. Saya memahami bahwa partisipasi dalam penelitian ini bersifat sukarela dan saya berhak menolak atau mengundurkan diri kapan saja tanpa konsekuensi apa pun. Saya juga memahami bahwa peneliti akan menjaga kerahasiaan identitas serta seluruh informasi yang saya berikan dan hanya menggunakannya guna kepentingan penelitian.

Dengan ini saya menyatakan bersedia berpartisipasi sebagai responden dalam penelitian tersebut.

Medan, Desember  
2025

(Nama Responden)

### Lampiran 3 Etichal Clearance



**KOMISI ETIK PENELITIAN KESEHATAN**  
**HEALTH RESEARCH ETHICS COMMITTEE**  
**FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**FACULTY OF MEDICINE AND HEALTH SCIENCES UNIVERSITY OF MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

**KETERANGAN LOLOS KAJI ETIK**  
**DESCRIPTION OF ETHICAL APPROVAL**  
**"ETHICAL APPROVAL"**  
**No : 46/KEPK/FKUMSU/2025**

Protokol penelitian yang diusulkan oleh :  
*The Research protocol proposed by*

Peneliti Utama : Lady Salsabila  
*Principal in investigator*

Nama Institusi : Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara  
*Name of the Institution Faculty of Medicine and Health Sciences University of Muhammadiyah Sumatera Utara*

Dengan Judul  
*Title*

**"HUBUNGAN OBESITAS TERHADAP HASIL SPIROMETRI (FORCED VITAL CAPACITY DAN VITAL CAPACITY) MAHASISWA FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA ANGKATAN 2022"**

**"THE RELATIONSHIP OF OBESITY TO SPIROMETRY RESULTS (FORCED VITAL CAPACITY AND VITAL CAPACITY) OF STUDENTS OF THE FACULTY OF MEDICINE MUHAMMADIYAH UNIVERSITY OF NORTH SUMATRA, CLASS OF 2022"**

Dinyatakan layak etik sesuai 7 (tujuh) Standar WHO 2011, yaitu 1) Nilai Sosial, 2) Nilai Ilmiah  
 3) Pemerataan Beban dan Manfaat, 4) Resiko, 5) Bujukan / Eksploitasi, 6) Kerahasiaan dan Privacy, dan  
 7) Persetujuan Setelah Penjelasan, yang merujuk pada Pedoman CIOMS 2016. Hal ini seperti yang ditunjukkan oleh terpenuhinya indikator setiap standar.

*Declared to be ethically appropriate in accordance to 7 (seven) WHO 2011 Standards, 1) Social Values, 2) Scientific Values, 3) Equitable Assesment and Benefits, 4) Risks, 5) Persuasion / Exploitation, 6) Confidentiality and Privacy, and 7) Informed Consent, refering to the 2016 CIOMS Guadelines. This is as indicated by the fulfillment of the indicator of each standard*

Pernyataan Laik Etik ini berlaku selama kurun waktu tanggal 09 Desember 2025 sampai dengan tanggal 09 Desember 2026  
*The declaration of ethics applies during the periode December 09, 2025 until December 09, 2026*



Medan, 09 Desember 2025  
 Ketua  
 Assoc. Prof. Dr. dr. Nurfady, MKT

## Lampiran 4 Izin Penelitian



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

**FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN**

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 174/SK/BAN-PT/Ak Pj/PT/III/2024  
 Jl. Gedung Arca No. 53 Medan, 20217 Telp. (061) - 7350163, 7333162, Fax. (061) - 7363488  
<https://fk.umsu.ac.id> [fk@umsu.ac.id](mailto:fk@umsu.ac.id) [umsu.medan](#) [umsu.medan](#) [umsu.medan](#) [umsu.medan](#)

Nomor : 2188 /II.3.AU/UMSU-8/F/2025  
 Lamp. : -  
 Hal : **Mohon Izin Penelitian**

Medan, 20 Jumadil Akhir 1447 H  
 10 Desember 2025 M

Kepada : Yth. **Ketua Prodi Pendidikan Dokter**  
 di  
 Tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Dengan hormat, dalam rangka penyusunan Skripsi mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (FKIK UMSU) Medan, maka kami mohon bantuan Bapak/Ibu untuk memberikan izin mengambil data kepada mahasiswa/i yang akan mengadakan penelitian sebagai berikut :

Nama : Lady Salsabila  
 NPM : 2208260139  
 Semester : VII (Tujuh)  
 Fakultas : Kedokteran  
 Jurusan : Pendidikan Dokter  
 Judul : Hubungan Obesitas Terhadap Hasil Spirometri (Forced Vital Capacity Dan Vital Capacity)  
 Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Angkatan 2022

Demikianlah hal ini kami sampaikan, atas kerjasama yang baik kami ucapkan terima kasih. Semoga amal kebaikan kita diridhai oleh Allah SWT. Amin.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb




**dr. Siti Muslana Singar, Sp.THTBKL, Subsp. Rino(K)**  
 NIDN : 0106098201

Tembusan :

1. Wakil Rektor I UMSU
2. Ketua Skripsi FK UMSU
3. Pertinggal



## Lampiran 5 Izin Peminjaman Tempat Penelitian



MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**

**FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN**

UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 174/DK/AN-PT/Ak.Pg/PT/08/2024  
 Jl. Gedung Arca No. 53 Medan, 20217 Telp. (061) - 7250163, 7333162, Fax. (061) - 7363488  
<https://fk.umsu.ac.id> | [fk@umsu.ac.id](mailto:fk@umsu.ac.id) | [umsu.medan](#) | [umsu.medan](#) | [umsu.medan](#) | [umsu.medan](#)

Nomor : 2206 /II.3.AU/UMSU-08/F/2025  
 Lampiran : -  
 Perihal : Peminjaman Tempat Penelitian

Medan, 21 Jumadil Akhir 1447 H  
 11 Desember 2025 M

Kepada Yth.  
**Kepala Bagian Lab.Fisiologi**  
**Fakultas Kedokteran UMSU**  
 di-  
 Tempat

*Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*

Sehubungan dengan surat permohonan peminjaman tempat untuk melakukan penelitian pada Laboratorium di Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, yaitu:

Nama : Lady Salsabila  
 NPM : 2208260139  
 Judul Penelitian : Hubungan Obesitas Terhadap Hasil Spirometri (Forced Vital Capacity Dan Vital Capacity) Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Angkatan 2022

maka kami memberikan izin kepada yang bersangkutan, untuk melakukan penelitian di Lab Fisiologi Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Selama proses pemakaian laboratorium, jika terdapat pemakaian alat yang rusak maka akan menjadi tanggungjawab peneliti dan pemakaian Bahan Habis Pakai (BHP) ditanggung oleh peneliti. Peneliti wajib mengikuti peraturan yang berlaku di Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Demikian kami sampaikan, atas perhatian kami ucapkan terima kasih.  
*Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh*




Dekan,  
**dr. Siti Masliana Siregar, Sp.THTBKL, Sub.sp. Rino(K)**  
 NIDN: 0106098201

Terselasaan Yth :  
 1. Ad hoc KTI Mahasiswa FK UMSU  
 2. Bertanggal





## Lampiran 6 Surat Keterangan Selesai Penelitian



**MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PENELITIAN & PENGEMBANGAN PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA**  
**FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN**  
 UMSU Terakreditasi Unggul Berdasarkan Keputusan Badan Akreditasi Nasional Perguruan Tinggi No. 174/SK/BAN-PT/Ak.Pp/PT/III/2024  
 Jl. Gedung Arca No. 53 Medan, 20217 Telp. (061) - 7350163, 7333162, Fax. (061) - 7363488  
<https://fk.umsu.ac.id>   [fk@umsu.ac.id](mailto:fk@umsu.ac.id)   [umsumedan](#)   [umsumedan](#)   [umsumedan](#)   [umsumedan](#)

---

**SURAT KETERANGAN SELESAI PENELITIAN FKIK UMSU**

Nama : **LADY SALSABILA**

NPM : 2208260139

Program Studi : Pendidikan Dokter

Judul Proposal : Hubungan Obesitas Terhadap Hasil Spirometri (*Forced Vital Capacity* Dan *Vital Capacity*) Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Angkatan 2022

Menyatakan bahwa mahasiswa/i yang bersangkutan telah menyelesaikan penelitian di FKIK UMSU

Medan, 30 Desember 2025  
 Ketua Prodi Pendidikan Kedokteran

  
 dr. Desi Isnayanti, M.Pd.Ked

**Lampiran 7 Master data**

| <b>NO</b> | <b>Nama</b> | <b>Jenis kelamin</b> | <b>Kategori IMT</b> | <b>Vital Capacity (%)</b> | <b>Forced vital capacity (%)</b> |
|-----------|-------------|----------------------|---------------------|---------------------------|----------------------------------|
| 1         | NH          | 2                    | 1                   | 74                        | 49                               |
| 2         | SP          | 1                    | 2                   | 70                        | 62                               |
| 3         | NDH         | 2                    | 1                   | 70                        | 70                               |
| 4         | ARJ         | 2                    | 2                   | 71                        | 83                               |
| 5         | SB          | 2                    | 2                   | 94                        | 102                              |
| 6         | HF          | 2                    | 1                   | 70                        | 88                               |
| 7         | AS          | 1                    | 3                   | 70                        | 75                               |
| 8         | RA          | 1                    | 1                   | 59                        | 73                               |
| 9         | AH          | 1                    | 3                   | 99                        | 100                              |
| 10        | DFR         | 1                    | 2                   | 58                        | 93                               |
| 11        | FAS         | 2                    | 3                   | 85                        | 57                               |
| 12        | NM          | 2                    | 3                   | 92                        | 87                               |
| 13        | NA          | 2                    | 2                   | 82                        | 86                               |
| 14        | NRN         | 2                    | 3                   | 70                        | 82                               |
| 15        | RGP         | 2                    | 1                   | 105                       | 109                              |
| 16        | AF          | 2                    | 1                   | 53                        | 61                               |
| 17        | NZ          | 2                    | 2                   | 76                        | 80                               |
| 18        | AYP         | 1                    | 1                   | 67                        | 97                               |
| 19        | FSN         | 2                    | 3                   | 58                        | 75                               |
| 20        | ASI         | 2                    | 3                   | 87                        | 81                               |
| 21        | SA          | 1                    | 2                   | 87                        | 81                               |
| 22        | PS          | 2                    | 1                   | 101                       | 108                              |
| 23        | NA          | 2                    | 3                   | 91                        | 86                               |
| 24        | SNW         | 2                    | 1                   | 69                        | 74                               |
| 25        | DR          | 2                    | 1                   | 72                        | 79                               |
| 26        | YV          | 2                    | 2                   | 64                        | 76                               |
| 27        | MS          | 2                    | 2                   | 80                        | 79                               |
| 28        | AM          | 2                    | 3                   | 80                        | 73                               |
| 29        | MTF         | 1                    | 2                   | 73                        | 71                               |
| 30        | ML          | 1                    | 3                   | 47                        | 54                               |
| 31        | AAG         | 2                    | 1                   | 65                        | 51                               |
| 32        | LS          | 2                    | 3                   | 83                        | 80                               |

**Keterangan :****Jenis Kelamin**

1 = laki laki

2 = perempuan

**Kategori IMT**

1 = Overweight

2 = obesitas 1

3 = obesitas

## Lampiran 8 Hasil Analisis Data Penelitian

### 1. Analisis Univariat

#### 1. Jenis kelamin

##### Jenis Kelamin

|       |       | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------|-------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid | L     | 9         | 28.1    | 28.1          | 28.1               |
|       | P     | 23        | 71.9    | 71.9          | 100.0              |
|       | Total | 32        | 100.0   | 100.0         |                    |

#### 2. Usia

##### Usia

|       |       | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------|-------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid | 20.00 | 3         | 9.4     | 9.4           | 9.4                |
|       | 21.00 | 18        | 56.3    | 56.3          | 65.6               |
|       | 22.00 | 10        | 31.3    | 31.3          | 96.9               |
|       | 23.00 | 1         | 3.1     | 3.1           | 100.0              |
|       | Total | 32        | 100.0   | 100.0         |                    |

#### 3. Indeks Massa Tubuh

##### IMT

|       |       | Frequency | Percent | Valid Percent | Cumulative Percent |
|-------|-------|-----------|---------|---------------|--------------------|
| Valid | OW    | 11        | 34.4    | 34.4          | 34.4               |
|       | OB1   | 10        | 31.3    | 31.3          | 65.6               |
|       | OB2   | 11        | 34.4    | 34.4          | 100.0              |
|       | Total | 32        | 100.0   | 100.0         |                    |

#### 4. Distribusi FVC

Descriptive Statistics

|                       | N  | Minimum | Maximum | Mean    | Std. Deviation |
|-----------------------|----|---------|---------|---------|----------------|
| Forced Vital Capacity | 32 | 49.00   | 109.00  | 78.8125 | 15.23671       |
| Valid N (listwise)    | 32 |         |         |         |                |

#### 5. Distribusi VC

Descriptive Statistics

|                    | N  | Minimum | Maximum | Mean    | Std. Deviation |
|--------------------|----|---------|---------|---------|----------------|
| Vital Capacity     | 32 | 47.00   | 105.00  | 75.6875 | 14.11117       |
| Valid N (listwise) | 32 |         |         |         |                |

### 2. Analisis Bivariat

#### 1. Korelasi IMT terhadap VC

Correlations

|                |                |                         | IMT   | Vital Capacity |
|----------------|----------------|-------------------------|-------|----------------|
| Spearman's rho | IMT            | Correlation Coefficient | 1.000 | .223           |
|                |                | Sig. (2-tailed)         | .     | .220           |
|                |                | N                       | 32    | 32             |
|                | Vital Capacity | Correlation Coefficient | .223  | 1.000          |
|                |                | Sig. (2-tailed)         | .220  | .              |
|                |                | N                       | 32    | 32             |

#### 2. Korelasi IMT terhadap FVC

Correlations

|                |                       |                         | IMT   | Forced Vital Capacity |
|----------------|-----------------------|-------------------------|-------|-----------------------|
| Spearman's rho | IMT                   | Correlation Coefficient | 1.000 | .037                  |
|                |                       | Sig. (2-tailed)         | .     | .842                  |
|                |                       | N                       | 32    | 32                    |
|                | Forced Vital Capacity | Correlation Coefficient | .037  | 1.000                 |
|                |                       | Sig. (2-tailed)         | .842  | .                     |
|                |                       | N                       | 32    | 32                    |

## Lampiran 9 lembar kalibrasi alat spirometri

|  <b>SURYA CEMERLANG BERSAMA</b><br><i>Yang terbaik untuk pelanggan</i>                                                                                                                            |   | <b>PELAYANAN KALIBRASI ALAT YANG PARIPURNA</b><br><b>THE EXCELLENCE SERVICE OF MEDICAL EQUIPMENT CALIBRATION</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>SERTIFIKAT KALIBRASI</b>   <b>CALIBRATION CERTIFICATE</b>                                                                                                                                                                                                                       |   | <small>PT Surya Cemerlang Bersama adalah laboratorium kalibrasi yang menerapkan ISO/IEC 17025 Seluruh Peralatan Kalibrasi yang Digunakan tertelusur pada standart Nasional dan Internasional</small><br><small>PT Surya Cemerlang Bersama is a calibration laboratory that implements ISO/IEC 17025 All calibration instruments used are traceable to the National and international standards</small> |
| <b>Nomor Sertifikat</b> : SCB.25/III/1271/0041<br><b>Certificate Number</b>                                                                                                                                                                                                        |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Identitas Alat</b><br><b>Instrument Identity</b>                                                                                                                                                                                                                                |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Nama</b><br><i>Name</i>                                                                                                                                                                                                                                                         | : | SPIROMETER                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Merek</b><br><i>Merk</i>                                                                                                                                                                                                                                                        | : | VITALOGRAPH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Tipe / Model</b><br><i>Type / Model</i>                                                                                                                                                                                                                                         | : | 6000 ALPHA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Nomor Seri</b><br><i>Serial Number</i>                                                                                                                                                                                                                                          | : | AL 25173                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| <b>Identitas Pemilik</b><br><b>Owner Identity</b>                                                                                                                                                                                                                                  |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Nama</b><br><i>Name</i>                                                                                                                                                                                                                                                         | : | Fakultas Kedokteran Lab. Fisiologi<br>Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <b>Alamat</b><br><i>Address</i>                                                                                                                                                                                                                                                    | : | Jl. Gedung Arca No. 53 Medan<br>Kota Medan, Sumatera Utara                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>Hasil Kalibrasi</b><br><b>Result of Calibration</b>                                                                                                                                                                                                                             | : | (Terlampir)<br>Attached                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <p>Medan, 28 April 2025</p> <p><b>Disahkan Oleh / Approved by</b></p> <p><b>DIREKTUR</b><br/>Director</p> <p><br/> <b>SUTAN N. PASARIBU</b></p> <p><small>Halaman 1 dari 2 halaman</small></p> |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <small>Dilarang mengutip, memperbanyak dan atau mempublikasikan sertifikat ini tanpa izin dari PT Surya Cemerlang Bersama<br/>             It is prohibited to copy, reproduce and/or publish the content of this certificate without PT Surya Cemerlang Bersama</small>           |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <small>Office : JL. Saudara Komplek Golden Palace No. B32, Kel. Beringin, Kec. Medan Selayang, Kota Medan – Sumatera Utara 2013<br/>             Telp/Fax : 061 – 88740263, Mobile : 0813 7694 5493, Email : suryacemerlang@gmail.com</small>                                      |   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |



**SURYA CEMERLANG BERSAMA**  
Yang terbaik untuk pelanggan

PELAYANAN KALIBRASI ALAT YANG PARIPURNA  
THE EXCELLENCE SERVICE OF MEDICAL EQUIPMENT CALIBRATION

LAMPIRAN  
KALIBRASI

CALIBRATION  
RESULTS

### HASIL KALIBRASI SPIROMETER

#### I. Data Sarana Pelayanan Kesehatan dan Alat

Nama Pemilik : Fakultas Kedokteran Lab. Fisiologi  
Merk : VITALOGRAPPH  
Model/Type : 6000 ALPHA  
No. Seri : AL 25173  
Tanggal Kalibrasi : 23 April 2025  
Tempat Kalibrasi : Fakultas Kedokteran Lab. Fisiologi  
Ruangan : Laboratorium Fisiologi  
Petugas Kalibrasi : Sutan N. Pasaribu

#### II. Alat Ukur Yang Digunakan

| No. | Nama Alat           | Merk   | Model |
|-----|---------------------|--------|-------|
| 1   | Calibration Syringe | Naully | -     |
| 2   | Thermohygrometer    | TFA    | -     |
| 3   | ESA                 | Rigel  | -     |

#### III. Hasil Pengukuran Kondisi Lingkungan

1. Tegangan Jala-jala Terukur : 221.2 V  
2. Temperatur Ruangan : 25.5 °C  
3. Kelembaban : 68.5 %

#### IV. Hasil Pemeriksaan Keselamatan Listrik

| No. | Parameter                      | Hasil Ukur | Ambang Batas |
|-----|--------------------------------|------------|--------------|
| 1   | Resistansi Pembumian Protektif | - Ω        | ≤ 0.3 Ω      |
| 2   | Arus Bocor Peralatan           | 11.2 μA    | ≤ 500 μA     |
| 3   | Resistansi Isolasi             | OL MΩ      | ≥ 2 MΩ       |

#### V. Hasil Perhitungan Kinerja

| No. | Parameter                   | Setting pada Standar ( L ) | Terukur Pada Alat ( L ) | Koreksi ( L ) | Ketidakpastian ( U95 % , K=2 ) |
|-----|-----------------------------|----------------------------|-------------------------|---------------|--------------------------------|
| 1   | Forced Vital Capacity ( L ) | 3                          | 3.02                    | 0.02          | ± 0.08                         |

#### VI. Telaah Pengukuran dan Kesimpulan

Ø Kinerja : Baik  
Ø Kesimpulan : Alat dinyatakan **Laik Pakai**

#### VII. Saran

1. Lakukan kalibrasi ulang minimal sekali dalam setahun.

#### VIII. Metode Dan Peraturan Yang Digunakan

1. PERMENKES No. 54 Tahun 2015 Tentang, Pengujian dan Kalibrasi Alat Kesehatan.  
2. Keputusan Direktur Jenderal Pelayanan Kesehatan Nomor : HK.02.02/D/43649/2024 Tentang Metode Kerja Pengujian Spirometer.

Halaman 2 dari 2 halaman

Dilarang mengutip, memperbanyak dan atau mempublikasikan sertifikat ini tanpa izin dari PT Surya Cemerlang Bersama  
It is prohibited to copy, reproduce and/or publish the content of this certificate without PT Surya Cemerlang Bersama

Office : JL. Saudara Komplek Golden Palace No. 832, Kel. Beringin, Kec. Medan Selayang, Kota Medan - Sumatera Utara 2013  
Telp/Fax : 061 - 88740263, Mobile : 0813 7694 5493, Email : suryacemerlang@gmail.com

### Lampiran 10 Dokumentasi



## Lampiran 11 Google Form Pengumpulan Data Calon Sampel

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <h3 style="text-align: center;">PENGUMPULAN DATA TINGGI BADAN<br/>DAN BERAT BADAN MAHASISWA FK<br/>UMSU ANGKATAN 2022</h3> <p>Assalamualaikum wr.wb</p> <p>Kepada Yth;<br/>Mahasiswa Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah<br/>Sumatera Utara angkatan 2022</p> <p>Perkenalkan, saya Lady Salsabila mahasiswa program S1 Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Dengan ini saya meminta kesukarelaan anda untuk berpartisipasi menjadi partisipan dalam penelitian yang sedang saya lakukan yang berjudul <u>"<a href="#">Hubungan Obesitas Terhadap Hasil Spirometri (Forced Vital Capacity dan Vital Capacity) Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Angkatan 2022</a>".</u></p> <p>Tujuan Penelitian yang akan saya lakukan adalah untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antara obesitas dengan hasil spirometri pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara angkatan 2022. Tujuan dari pengambilan data ini adalah untuk mencari partisipan dalam penelitian saya. Saya membutuhkan responden mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara angkatan 2022 yang memiliki indeks massa tubuh (IMT) &gt;22 kg/m<sup>2</sup> sebagai partisipan untuk melakukan pemeriksaan spirometri yang akan dilaksanakan di FK UMSU.</p> | <p>Partisipan pada penelitian ini bersifat tanpa paksaan dan sukarela. Setiap data dalam bentuk apapun pada penelitian ini akan dirahasiakan dan hanya digunakan untuk kepentingan pemilihan partisipan yang akan melakukan pemeriksaan spirometri dalam penelitian saya. Oleh karena itu mohon kerja sama teman-teman untuk mengisi form ini dengan sebenar-benarnya.</p> <p>Terimakasih saya ucapkan kepada responden yang telah bersedia mengisi formulir ini.</p> <p>Hormat saya,<br/>Lady Salsabila<br/>(Mahasiswa FK UMSU, NPM 2208260139)</p> <p>ladysalsabila234@gmail.com <a href="#">Ganti akun</a></p> <p>Tidak dibagikan</p> <p><b>* Menunjukkan pertanyaan yang wajib diisi</b></p> <p><b>NAMA *</b></p> <p>Jawaban Anda</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Angkatan *</b></p> <p>Jawaban Anda</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p><b>USIA *</b></p> <p>Jawaban Anda</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p><b>KELAS *</b></p> <p>Jawaban Anda</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <p><b>JENIS KELAMIN *</b></p> <p><input type="radio"/> LAKI LAKI</p> <p><input type="radio"/> PEREMPUAN</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p><b>Nomor WhatsApp (WA) *</b></p> <p>Jawaban Anda</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | <p><b>Berikutnya</b> <span>Kosongkan formulir</span></p> <p>Jangan pernah mengirimkan sandi melalui Google Formulir.</p> <p>Konten ini tidak dibuat atau didukung oleh Google. - <a href="#">Hubungi pemilik formulir</a> - <a href="#">Persyaratan Layanan</a> - <a href="#">Kebijakan Privasi</a></p> <p>Apakah formulir ini tampak mencurigakan? <a href="#">Laporkan</a></p> <p>Google Formulir</p>                                                                                                                      |
| <p>Mohan untuk mengisi jawaban dengan sebenar-benarnya.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <p><b>Riwayat gangguan pernapasan *</b></p> <p><input type="radio"/> Asma</p> <p><input type="radio"/> PPOK</p> <p><input type="radio"/> TB/ Infeksi saluran napas</p> <p><input checked="" type="radio"/> tidak ada</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <p><b>BERAT BADAN (Kg) *</b></p> <p>tidak perlu menulis satuan (Kg)</p> <p>.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <p><b>Riwayat Merokok *</b></p> <p><input type="radio"/> merokok</p> <p><input checked="" type="radio"/> tidak merokok</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| <p><b>Tinggi Badan (cm) *</b></p> <p>Tidak perlu menulis satuan (cm)</p> <p>.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <p>Terimakasih saya ucapkan kepada responden yang telah menjawab formulir ini . data yang anda isi dalam formulir ini akan saya gunakan dalam pemilihan partisipan dalam penelitian</p> <p><a href="#">"Hubungan Obesitas Terhadap Hasil Spirometri (Forced Vital Capacity dan Vital Capacity) Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Angkatan 2022"</a>.</p>                                                                                                                                 |
| <p><b>kebiasaan olahraga *</b></p> <p><input checked="" type="radio"/> tidak pernah</p> <p><input type="radio"/> 1-2 kali dalam seminggu</p> <p><input type="radio"/> 3-4 kali dalam seminggu</p> <p><input type="radio"/> setiap hari</p> <p><b>Kembali</b> <b>Berikutnya</b> <span>Kosongkan formulir</span></p> <p>Jangan pernah mengirimkan sandi melalui Google Formulir.</p> <p>Konten ini tidak dibuat atau didukung oleh Google. - <a href="#">Hubungi pemilik formulir</a> - <a href="#">Persyaratan Layanan</a> - <a href="#">Kebijakan Privasi</a></p> <p>Apakah formulir ini tampak mencurigakan? <a href="#">Laporkan</a></p> <p>Google Formulir</p> | <p>Apabila berdasarkan data formulir ini anda memenuhi kriteria sebagai sampel dalam penelitian saya yang berjudul "Hubungan Obesitas Dengan Hasil Spirometri Pada Mahasiswa FK UMSU angkatan 2022", apakah anda bersedia melakukan pemeriksaan <b>spirometri</b> yang akan saya laksanakan di <b>lab fisiologi FK UMSU</b>.</p> <p><input type="radio"/> bersedia</p> <p><input type="radio"/> tidak bersedia</p> <p><input type="radio"/> ragu-ragu</p> <p><b>Kembali</b> <b>Kirim</b> <span>Kosongkan formulir</span></p> |

Link Google Form:

<https://forms.gle/Ea3aqDMDu7ksTYx46>

## Lampiran 12 Artikel Ilmiah

### ARTIKEL ILMIAH

#### HUBUNGAN OBESITAS TERHADAP HASIL SPIROMETRI (*FORCED VITAL CAPACITY* DAN *VITAL CAPACITY*) MAHASISWA FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA ANGKATAN 2022

Lady Salsabila<sup>1)</sup>, Robitah Asfur<sup>2)</sup>

<sup>1</sup>Faculty of Medicine, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Indonesia

[<sup>1\)</sup>ladysalsabila234@gmail.com](mailto:ladysalsabila234@gmail.com) , [<sup>2\)</sup>robitahasfur@umsu.ac.id](mailto:robitahasfur@umsu.ac.id)

#### ABSTRAK

Latar Belakang: Persoalan kesehatan berskala global berupa obesitas memiliki prevalensi yang senantiasa meningkat, termasuk pada kalangan dewasa muda seperti mahasiswa. Dari sisi teoritis, fungsi paru berpotensi terpengaruh oleh obesitas lewat mekanisme mekanik serta inflamasi. Spirometri, terutama VC dan FVC, difungsikan guna mengevaluasi kinerja paru. Namun demikian, temuan riset terkait keterkaitan obesitas dengan kinerja paru pada populasi muda sehat masih memperlihatkan hasil yang bervariasi. Tujuan: Mengidentifikasi keterkaitan antara obesitas dengan capaian spirometri (VC dan FVC) pada mahasiswa FK Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara angkatan 2022. Metode: Studi kuantitatif analitik observasional berdesain *cross-sectional* diterapkan dalam riset ini. Sebanyak 32 mahasiswa *overweight* dan obesitas menjadi sampel yang dipilih memakai teknik *total sampling*. Pengukuran IMT dan pemeriksaan spirometri menjadi sumber perolehan data. Uji korelasi *Spearman* dipakai guna menganalisis data. Hasil: Kategori *overweight*, obesitas tingkat I, dan obesitas tingkat II merupakan klasifikasi mayoritas responden dengan persebaran yang cukup merata. Rerata VC responden tercatat di bawah ambang normal, sedangkan rerata FVC masih berada pada rentang normal. Analisis korelasi *Spearman* menghasilkan nilai ( $p = 0,220$ ) dengan koefisien korelasi  $r = 0,223$  bagi keterkaitan IMT dengan VC, serta nilai ( $p = 0,842$ ) dengan koefisien korelasi  $r = 0,037$  bagi keterkaitan IMT dengan FVC, yang menandakan ketiadaan hubungan signifikan antara IMT dengan VC ataupun FVC. Kesimpulan: Keterkaitan bermakna antara obesitas berdasarkan IMT dengan capaian spirometri (VC dan FVC) tidak ditemukan pada mahasiswa FK Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara angkatan 2022.

**Kata kunci:** obesitas, indeks massa tubuh, spirometri, *vital capacity*, *forced vital capacity*.

## ABSTRACT

*Background: Obesity constitutes a worldwide health concern characterized by a continuously escalating prevalence, including among young adults such as university students. From a theoretical standpoint, pulmonary function may be influenced by obesity via mechanical and inflammatory pathways. Spirometry, particularly VC and FVC, is broadly utilized to evaluate lung function. Nonetheless, prior investigations have produced varying conclusions regarding the link between obesity and pulmonary function in healthy young populations. Objective: To identify the association between obesity and spirometry outcomes (VC and FVC) among medical students at Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, class of 2022. Method: An observational analytic approach employing a cross-sectional design was adopted in this investigation. A total of 32 overweight and obese medical students were recruited via total sampling technique. BMI measurements and spirometric assessments served as the data collection methods. The Spearman correlation test was employed for statistical analysis. Results: The majority of participants were categorized as overweight, obesity class I, and obesity class II, exhibiting a relatively balanced distribution. Mean VC fell below the acceptable range, whereas mean FVC remained within normal boundaries. Spearman correlation analysis produced a p-value of 0.220 ( $p > 0.05$ ) with a correlation coefficient of  $r = 0.223$  for the link between BMI and VC, alongside a p-value of 0.842 ( $p > 0.05$ ) with a correlation coefficient of  $r = 0.037$  for the link between BMI and FVC, denoting no statistically meaningful association between BMI and either VC or FVC. Conclusion: No meaningful association was identified between obesity as measured by BMI and spirometry outcomes (VC and FVC) among medical students at Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, class of 2022.*

**Keywords:** obesity, body mass index, spirometry, vital capacity, forced vital capacity

## PENDAHULUAN

Obesitas merupakan persoalan kesehatan berdimensi global dengan angka kejadian yang senantiasa merangkak naik, baik di negara maju maupun berkembang. Laporan *WHO* menyebutkan bahwa kejadian obesitas secara global melonjak hampir tiga kali lipat semenjak 1975.<sup>1-3</sup> Di 2022, lebih dari 890 juta warga dewasa di berbagai belahan dunia mengidap obesitas. Prevalensi obesitas kalangan dewasa di Indonesia naik dari 21,8% di 2018 ke 23,4% di 2023, dengan Provinsi Sumatera Utara termasuk wilayah berprevalensi tinggi.<sup>1,2</sup>

Obesitas dapat memengaruhi berbagai sistem organ, termasuk sistem pernapasan.<sup>4,5</sup> Penumpukan jaringan lemak di dinding dada dan rongga abdomen dapat menurunkan elastisitas paru serta membatasi pergerakan diafragma, sehingga berpotensi menurunkan kapasitas paru.<sup>4,6</sup>

Spirometri ialah metode sederhana dan objektif guna menilai fungsi paru, dengan parameter utama berupa *Vital Capacity* (VC) dan *Forced Vital Capacity* (FVC).<sup>6-8</sup>

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa peningkatan IMT berhubungan dengan penurunan VC dan FVC, namun penelitian lain, khususnya pada populasi usia muda sehat, menunjukkan hasil yang tidak konsisten.<sup>5,9,10</sup>

Mahasiswa kedokteran ialah kelompok dewasa muda yang rentan mengalami obesitas akibat gaya hidup sedentari dan tuntutan akademik yang tinggi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan guna mengetahui hubungan antara obesitas dengan hasil spirometri pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara angkatan 2022.

## METODE PENELITIAN

Studi analitik observasional berdesain *cross-sectional* diterapkan dalam riset ini. Pelaksanaannya berlangsung di FK Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara pada 2025.

Seluruh mahasiswa FK UMSU angkatan 2022 berstatus gizi *overweight* dan obesitas menjadi populasi riset. Sebanyak 32 responden terpilih sebagai sampel

memakai teknik *total sampling*. Kalkulasi *IMT* dilakukan berdasarkan bobot badan (kg) dibagi kuadrat tinggi badan ( $m^2$ ), lalu digolongkan ke dalam *overweight*, obesitas derajat I, dan obesitas derajat II. Spirometer dipakai guna memeriksa fungsi paru dan memperoleh nilai *VC* serta *FVC*. Secara univariat, analisis data dikerjakan guna mendeskripsikan profil responden dan distribusi tiap variabel, sedangkan secara bivariat, uji korelasi *Spearman* diterapkan guna menelaah keterkaitan antara *IMT* dengan *VC* dan *FVC*. Nilai  $p < 0,05$  dianggap bermakna secara statistik.

## HASIL

Berikut ialah hasil penelitian yaitu :

Tabel 4. 1 Distribusi karakteristik berdasar jenis kelamin

| Jenis Kelamin | Jumlah (n) | Persentase (%) |
|---------------|------------|----------------|
| Laki-Laki     | 9          | 28,1%          |
| Perempuan     | 23         | 71,9%          |
| <b>Total</b>  | 32         | 100%           |

Tabel 4.1 memperlihatkan bahwa distribusi berdasarkan jenis kelamin menunjukkan dominasi responden

perempuan, yakni sejumlah 23 orang (71,9%), sementara responden laki-laki tercatat 9 orang (28,1%).

Tabel 4.2 Distribusi karakteristik berdasar usia

| Usia (Tahun) | Jumlah (n) | Persentase (%) |
|--------------|------------|----------------|
| 20           | 3          | 9,4            |
| 21           | 18         | 56,3           |
| 22           | 10         | 31,3           |
| 23           | 1          | 3,1            |
| <b>Total</b> | 32         | 100,0          |

Tabel 4.2 mengenai distribusi usia menunjukkan bahwa mayoritas responden berusia 21 tahun, yakni 18 orang (56,3%). Responden berumur 22 tahun berjumlah 10 orang (31,3%), berumur 20 tahun sejumlah 3 orang (9,4%), dan berumur 23 tahun merupakan yang paling sedikit, yakni 1 orang (3,1%). Distribusi ini menunjukkan bahwa responden didominasi oleh usia dewasa muda.

Tabel 4.3 Distribusi Indeks Massa Tubuh

| Kategori          | Jumlah (n) | Persentase (%) |
|-------------------|------------|----------------|
| <b>Overweight</b> | 11         | 34,4           |
| <b>Obesitas 1</b> | 10         | 31,3           |

|                   |    |       |
|-------------------|----|-------|
| <b>Obesitas 2</b> | 11 | 34,4  |
| <b>Total</b>      | 32 | 100,0 |

Berdasar table 4.3 esponden dengan kategori overweight sebanyak 11 orang (34,4%), kategori obesitas tingkat I sebanyak 10 orang (31,3%), dan kategori obesitas tingkat II (OB2) sebanyak 11 orang (34,4%). Hasil ini menunjukkan bahwa distribusi IMT responden relatif merata pada ketiga kategori.

Tabel 4.4 distribusi VC dan FVC

|                     | <i>Vital capacity</i> | <i>Forced Vital capacity</i> |
|---------------------|-----------------------|------------------------------|
| <b>n</b>            | 32                    | 32                           |
| <b>Minimum</b>      | 47%                   | 49%                          |
| <b>Maksimum</b>     | 105%                  | 109%                         |
| <b>Rata-rata</b>    | 75,69%                | 78,81%                       |
| <b>Simpang baku</b> | 14,11                 | 15,24                        |

Berdasar Tabel 4.4 kapasitas vital paru pada 32 responden mempunyai nilai minimum 47% dan maksimum 105%. Nilai rata-rata kapasitas vital paru ialah 75,69% dengan simpang baku sebesar 14,11 yang menunjukkan adanya variasi nilai kapasitas vital paru antar responden. Sedangkan, hasil *forced vital capacity* pada 32 responden mempunyai nilai

minimum 49% dan maksimum 109%. Nilai rata-rata *forced vital capacity* ialah 78,81% dengan simpang baku sebesar 15,24%, yang menunjukkan adanya variasi nilai *forced vital capacity* antar responden.

Tabel 4.5 Uji Korelasi Spearman  
Hubungan IMT dengan VC dan FVC

| <b>Varia<br/>bel<br/>Indep<br/>enden</b> | <b>Variabel<br/>dependen</b> | <b>p-<br/>value</b> | <b>r<br/>spear<br/>man</b> |
|------------------------------------------|------------------------------|---------------------|----------------------------|
| IMT                                      | <i>Vital Capacity</i>        | 0,220               | 0,223                      |
| IMT                                      | <i>Forced Vital Capacity</i> | 0,842               | 0,037                      |

Berdasar hasil uji korelasi spearman's rho, diperoleh nilai koefisien korelasi antara IMT dan vital capacity sebesar  $r = 0,223$  dengan nilai signifikansi  $p = 0,220$  serta jumlah sampel sebanyak 32 responden. Dengan nilai  $p$  yang melebihi 0,05, dapat diartikan bahwa keterkaitan bermakna antara *IMT* dan *VC* tidak ditemukan pada subjek riset ini. Adapun koefisien korelasi antara *IMT* dan *FVC* tercatat sebesar  $r = 0,037$  dengan signifikansi  $p = 0,842$  pada 32 responden. Angka koefisien

tersebut mengisyaratkan adanya keterkaitan positif yang sangat lemah antara *IMT* dan *FVC*.

## PEMBAHASAN

Temuan riset ini mengindikasikan bahwa obesitas berdasarkan *IMT* tidak berkorelasi secara signifikan dengan nilai *VC* dan *FVC* pada mahasiswa FK UMSU angkatan 2022. Hasil tersebut selaras dengan sejumlah studi terdahulu pada populasi muda sehat, yang memperlihatkan bahwa pengaruh obesitas terhadap kinerja paru belum tampak secara nyata pada kelompok usia ini.<sup>10,11</sup>

Ketiadaan keterkaitan bermakna tersebut bisa jadi dipicu oleh beberapa hal, antara lain usia responden yang relatif muda, durasi obesitas yang belum berkepanjangan, serta absennya komorbiditas yang memengaruhi kinerja paru.<sup>5,12</sup> Selain itu, keterbatasan *IMT* dalam merepresentasikan persebaran lemak tubuh, terutama lemak visceral yang lebih berdampak pada mekanika respirasi, turut menjadi faktor.<sup>9,12</sup>

Sebaliknya, temuan riset ini berbeda dari studi pada populasi

berusia lebih tua atau dengan obesitas berat yang memperlihatkan penurunan kinerja paru secara signifikan.<sup>9,13,14</sup> Hal ini mendukung hipotesis bahwa dampak obesitas terhadap fungsi paru bersifat progresif dan lebih nyata pada obesitas berat atau jangka panjang.<sup>5,12</sup>

## KESIMPULAN

Keterkaitan signifikan antara obesitas berdasarkan *IMT* dengan capaian spirometri (*VC* dan *FVC*) tidak ditemukan pada mahasiswa FK Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara angkatan 2022.

## SARAN

Riset berikutnya disarankan agar melibatkan sampel yang lebih banyak serta cakupan usia yang lebih lebar, dan menambahkan parameter spirometri lain seperti *FEV<sub>1</sub>* beserta rasio *FEV<sub>1</sub>/FVC*. Faktor tambahan seperti lamanya obesitas, intensitas aktivitas fisik, dan persebaran lemak tubuh juga perlu diikutsertakan supaya keterkaitan antara obesitas dan kinerja paru dapat dikaji secara lebih menyeluruh.

1. Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas). Laporan Riskesdas 2018 Nasional. *Lemb Penerbit Balitbangkes*. Published online 2018:hal 156. [https://repository.badankebijakan.kemkes.go.id/id/eprint/3514/1/Laporan Riskesdas 2018 Nasional.pdf](https://repository.badankebijakan.kemkes.go.id/id/eprint/3514/1/Laporan_Riskesdas_2018_Nasional.pdf)
2. BKPK. SKI 2023 DALAM ANGKA. *Kemenkes*. Published online 2023:896.
3. Shafiee A, Nakhaee Z, Bahri RA, et al. Global prevalence of obesity and overweight among medical students: a systematic review and meta-analysis. *BMC Public Health*. 2024;24(1):1-9. doi:10.1186/s12889-024-19184-4
4. Palma G, Sorice GP, Genchi VA, et al. Adipose Tissue Inflammation and Pulmonary Dysfunction in Obesity. *Int J Mol Sci*. 2022;23(13):10-12. doi:10.3390/ijms23137349
5. Jiayan Liu , Hanfei Xu , L Adrienne Cupples , George T O' Connor CTL. The impact of obesity on lung function measurements and respiratory disease: A Mendelian randomization study. *NCBI*. Published online 2023. doi:10.1111/ahg.12506
6. Ahmad Hamim Sadewa, Widya Wasityastuti, Muhammad Mansyur Romi, Dwi Cahyani Ratna Sari, Nur Arfian, Junaedy Yunus, Muhammad Ghufroon, Dewajani Purnomosari, Rahmaningsih Mara Sabirin, Tasmini, Ngadikun, Titik Nuryastuti, Edwin Widyanto Daniwijaya, Farida Nur R. *Comprehensive Biomedical Sciences: Sistem Respirasi*. (Sadewa AH, Wasityastuti W, Marcellus, eds.). Gajah Mada University PRESS; 2023. [https://www.google.co.id/books/edition/Comprehensive\\_Biomedical\\_Sciences\\_Sistem/63a4EAAAQBAJ?hl=id&gbpv=1](https://www.google.co.id/books/edition/Comprehensive_Biomedical_Sciences_Sistem/63a4EAAAQBAJ?hl=id&gbpv=1)

7. Lamb K, Theodore D, Bhutta BS. Spirometri. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK560526/>
8. Sharma. SDS. Vital Capacity. In: StatPearls; 2025. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK541099/>
9. Park Y, Kim J, Kim YS, et al. Longitudinal association between adiposity changes and lung function deterioration. *Respir Res.* 2023;24(1):1-12. doi:10.1186/s12931-023-02322-8
10. Octaviani FN, Anggraini FT, Yetti H, Irramah M, Ermayanti S, Hanum FJ. Hubungan Obesitas dengan Fungsi Paru pada Pemeriksaan Spirometri Mahasiswa Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran Universitas Andalas. *J Ris Ilm.* 2025;2(3):1703-1711.
11. Kindangen FA, Pangemanan DHC, Pangkahila EA. Hubungan indeks massa tubuh dengan FEV1 / FVC pada mahasiswa Fakultas Kedokteran Angkatan 2023 Universitas Sam Ratulangi Manado. *J Kedokt Komunitas dan Trop.* 2024;12(2):579-582.
12. Hsu YE, Chen SC, Geng JH, Wu DW, Wu PY, Huang JC. Obesity-Related Indices Are Associated with Longitudinal Changes in Lung Function: A Large Taiwanese Population Follow-Up Study. *Nutrients.* 2021;13(11):4055. doi:10.3390/nu13114055
13. Liu J, Xu H, Cupples LA, O' Connor GT, Liu C. The impact of obesity on lung function measurements and respiratory disease: A Mendelian randomization study. *Ann Hum Genet.* 2023;87(4):174-183. doi:10.1111/ahg.12506
14. Kaur G, Kaur S, Gupta G, Kaur R. Effect of obesity on lung volumes among adults. *Int J Res Med Sci.* 2020;8(8). doi:<https://doi.org/10.18203/2320-6012.ijrms20203094>

