

## Analisis Kadar *Imunoglobulin Gamma (IgG)* Pada Penderita TB Paru Menggunakan Metode *Enzym Linked Immunosorbent Assay (Elisa)*

Nurhilalayah<sup>1</sup>, Meryam Susanti<sup>2</sup>, Eka Wahyuningsih Kahar<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup> Fakultas Teknologi Kesehatan, Universitas Mega Rezky, Makassar, Indonesia

|   |   |
|---|---|
| <p><b>Article Info</b></p> <hr/> <p><b>Article history:</b></p> <p>Received Januari 15, 2025<br/>         Revised Januari 15, 2025<br/>         Accepted Januari 25, 2025</p> <hr/> <p><b>Kata Kunci:</b></p> <p>Darah, ELISA,<br/>         IgG,<br/> <i>Mycobacterium tuberculosis</i>,<br/>         Paru-paru</p> <hr/> <p><b>Keywords:</b></p> <p>Blood,<br/>         ELISA,<br/>         IgG,<br/> <i>Mycobacterium tuberculosis</i>,<br/>         Lung</p> | <p><b>ABSTRAK</b></p> <p>Tuberkulosis (TB) adalah suatu penyakit menular yang diakibatkan oleh bakteri <i>Mycobacterium tuberculosis</i>, dengan paru-paru sebagai lokasi utama serangannya, menyebabkan penurunan berat badan, demam, batuk, rasa nyeri di dada, kesulitan bernapas; berkurangnya nafsu makan, kelelahan, berkeringat dan dahak yang mengandung darah. Ketika tubuh terpapar <i>Mycobacterium tuberculosis</i>, sistem kekebalan memproduksi antibodi IgG yang berikatan dengan antigen bakteri, membentuk kompleks antigen-antibodi. Maka tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui kadar <i>Imunoglobulin Gamma (IgG)</i> pada Penderita TB Paru menggunakan Metode <i>Enzym Linked Immunosorbent Assay (ELISA)</i>. Metode penelitian ini menggunakan jenis observasi laboratorik dengan menggunakan desain <i>cross sectional study</i>. Sampel yang digunakan yaitu sampel darah penderita TB paru yang menjalani pengobatan dengan teknik <i>purposive sampling</i>. Hasil dari pengujian akan dipresentasikan melalui tabel dan gambar dengan pendekatan deskriptif dan juga menggunakan analisis bivariate dengan uji statistik berbantuan aplikasi SPSS 25. Hasil yang diperoleh yaitu tidak ada perbedaan signifikan dalam kadar <i>Imunoglobulin Gamma (IgG)</i> antara pasien Tuberkulosis Paru yang positif dan negatif, menggunakan metode ELISA dengan nilai signifikansi <math>p=0,311</math>. Sehingga kadar <i>Imunoglobulin Gamma (IgG)</i> pada pasien Tuberkulosis Paru tidak menunjukkan perubahan yang signifikan antara kelompok yang positif dan negatif berdasarkan analisis menggunakan metode ELISA.</p> <hr/> <p><b>ABSTRACT</b></p> <p>Tuberculosis (TB) is an infectious disease caused by the bacteria <i>Mycobacterium tuberculosis</i>, with the lungs as the main site of attack, causing weight loss, fever, cough, chest pain, difficulty breathing; decreased appetite, fatigue, sweating and sputum containing blood. When the body is exposed to <i>Mycobacterium tuberculosis</i>, the immune system produces IgG antibodies that bind to bacterial antigens, forming antigen-antibody complexes. So the purpose of this study was to determine the levels of <i>Immunoglobulin Gamma (IgG)</i> in Pulmonary TB Patients using the Enzyme Linked Immunosorbent Assay (ELISA) Method. This research method uses a type of laboratory observation using a cross-sectional study design. The sample used was the blood of pulmonary TB patients undergoing treatment with a purposive sampling technique. The results of the test will be presented through tables and figures with a descriptive approach and also using bivariate analysis with statistical tests assisted by the SPSS 25 application. The results obtained were that there was no significant difference in the levels of <i>Immunoglobulin Gamma (IgG)</i> between positive and negative Pulmonary Tuberculosis patients, using the ELISA method with a significance value of <math>p = 0.311</math>. So that the levels of <i>Immunoglobulin Gamma (IgG)</i> in Pulmonary Tuberculosis patients did not show significant changes between the</p> |
|---|---|

---

positive and negative groups based on analysis using the ELISA method.

---

*This is an open access article under the [CC BY](#) license.*



---

**Corresponding Author:**

Nurhilalayah  
Fakultas Teknologi Kesehatan, Universitas Mega Rezky,  
Makassar, Indonesia  
Email: nurhilalayah025@gmail.com

---

## 1. PENDAHULUAN

Tuberkulosis (TB) adalah suatu penyakit menular yang diakibatkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*, dengan paru-paru sebagai lokasi utama serangannya, menyebabkan gejala yang paling sering terlihat pada area tersebut [1]. Namun, penyakit ini juga bisa berdampak pada berbagai organ lainnya, termasuk sistem pernapasan, saluran pencernaan, sistem limforetikular, kulit, otak, sistem otot dan tulang, sistem reproduksi, dan liver [2]. Penyebaran TB umumnya melalui udara ketika individu yang terinfeksi batuk atau berbicara, memungkinkan bakteri TB terlepas ke udara dan kemudian dapat dihirup oleh orang lain. Lebih lanjut [3].

Berbagai jenis penyakit, baik yang bersifat menular maupun tidak menular, seperti salah satunya penyakit menular disebabkan *Mycobacteria* atau bakteri yakni terdapat beberapa jenis seperti *Mycobacterium tuberculosis*, *Mycobacterium bovis*, *Mycobacterium africanum*, *Mycobacterium microti* dan *Mycobacterium canettii* [4].

*Mycobacterium tuberculosis*, merupakan penyakit paling menular kedua di dunia [5]. Tuberkulosis merupakan salah satu jenis bakteri basil, dimana untuk pengobatannya membutuhkan waktu yang agak lama [6]. Organ tubuh yang paling sering terkena dampak dari penyakit tuberkulosis adalah paru-paru, sehingga penyakit Tuberkulosis Paru (TB Paru) adalah salah satu masalah kesehatan global yang masih menjadi perhatian dalam dunia kesehatan. Salah satu cara penularan tuberkulosis adalah melalui tindakan seperti bersin, batuk, atau bahkan saat berbicara [7].

Penyakit Tuberkulosis paru kurang mendapatkan perhatian dini dari penderita atau tanpa disadari penyakit ini telah menjadi lanjut, hal ini disebabkan pertumbuhan bibit penyakit dan perjalanan penyakit tuberkulosis yang bersifat lambat. Pada tuberkulosis paru, gejala yang paling sering dilaporkan adalah batuk kronis. Batuknya sering produktif, kadang bercampur darah. Gejala konstitusional seperti demam, penurunan berat badan, limfadenopati, dan keringat malam sering dilaporkan [8]. Tuberkulosis paru merupakan masalah kesehatan masyarakat yang perlu mendapat perhatian yang khusus dan serius [9]. Data mengenai jumlah orang yang didiagnosis dengan tuberkulosis (TB), sesuai dengan definisi kasus standar dan panduan pencatatan serta pelaporan data yang disediakan oleh WHO, telah dikumpulkan secara sistematis di tingkat nasional dan kemudian dilaporkan kepada WHO. Pada tahun 2021, secara global terdapat 6,4 juta orang yang mengalami episode TB baru (baik kasus baru maupun kasus kambuh). Dari jumlah tersebut, sekitar 83% mengalami TB paru. Secara keseluruhan, wilayah Afrika, Asia Tenggara, dan Pasifik Barat bersumbangsih hampir 90% dari total laporan, dan hampir separuhnya terkonsentrasi di Wilayah Asia Tenggara [10].

Berdasarkan data Kementerian Kesehatan Republik Indonesia di Indonesia menempati peringkat ketiga setelah India dan Cina, yakni dengan jumlah kasus 824 ribu dan kematian 93 ribu per tahun atau setara dengan 11 kematian per jam. Berdasarkan *Global TB Report* tahun 2022 jumlah kasus TBC terbanyak pada kelompok usia produktif terutama pada usia 25 sampai 34 tahun. Di

Indonesia jumlah kasus TBC terbanyak yaitu pada kelompok usia produktif terutama pada usia 45 sampai 54 tahun [11].

Berdasarkan data Dinas kesehatan provinsi Sulawesi Selatan terkait kasus tuberkulosis tertinggi ada di Kota Makassar dengan jumlah 5.993 kasus, kemudian Kabupaten Gowa sebesar 2.280 kasus tuberkulosis, disusul Kabupaten Bone yaitu sebesar 2.195 kasus [12]. Sedangkan di kabupaten Sinjai pada tahun 2023 periode januari sampai dengan september tercatat 47 kasus tuberkulosis yang ditemukan di Rumah sakit dan 251 kasus di Puskesmas. Sehingga dibutuhkan upaya mengatasi penyebaran TB Paru yang semakin meningkat, salah satu pendekatan yang dianggap penting adalah mendeteksi keberadaan antibodi spesifik terhadap *Mycobacterium tuberculosis* dalam serum pasien. Antibodi ini dikenal sebagai Imunoglobulin G (IgG) [13]. Imunoglobulin G (IgG) menyumbang sekitar 75% dari antibodi dalam serum manusia dan merupakan jenis antibodi yang paling umum beredar [14].

Imunoglobulin G (IgG) adalah jenis antibodi yang khas dalam sistem kekebalan tubuh manusia, antibodi yang paling melimpah dalam tubuh manusia dan merupakan komponen utama dalam respons imun sekunder terhadap patogen yang telah dikenali sebelumnya. Dalam hal fungsinya, IgG memberikan kekebalan humoral yang kuat terhadap infeksi bakteri dan virus, membantu tubuh dalam mengenali, menetralkan, dan menghancurkan patogen-patogen ini. IgG memainkan peran kunci dalam pertahanan tubuh terhadap berbagai penyakit dan infeksi yang melibatkan agen-agensya [15].

Hubungan antara Tuberkulosis (TB) dan Imunoglobulin G (IgG) terletak pada tanggapan sistem kekebalan tubuh terhadap infeksi oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*, penyebab TB. Seseorang yang terinfeksi TB, sistem kekebalan tubuhnya akan memobilisasi pertahanan dengan memproduksi antibodi, termasuk IgG, sebagai respons terhadap bakteri yang menyebabkan TB. IgG adalah salah satu jenis antibodi yang penting dalam respons imun tubuh terhadap infeksi bakteri dan virus [16]. Dalam konteks TB, IgG spesifik akan dihasilkan untuk mengenali dan melawan *Mycobacterium tuberculosis*. Untuk memahami apakah seseorang terinfeksi TB atau tidak, tes darah dapat digunakan untuk mengukur tingkat IgG yang bereaksi terhadap antigen TB. Jika dalam serum pasien terdeteksi keberadaan IgG yang spesifik terhadap *Mycobacterium tuberculosis*, hal ini dapat menunjukkan adanya infeksi TB dalam tubuh. Dengan kata lain, tingkat IgG yang tinggi dan bereaksi terhadap antigen TB merupakan indikasi dari respons imun tubuh terhadap kehadiran bakteri penyebab TB. Metode ini telah terbukti efektif dalam diagnosis infeksi TB dan dapat membantu dalam upaya pengendalian dan pengobatan penyakit ini [17].

Pemeriksaan IgM/IgG menggunakan *rapid test* merupakan metode skrining awal yang populer untuk mendeteksi keberadaan antibodi terhadap berbagai patogen, termasuk virus dan bakteri. *Rapid test* ini bekerja dengan mengidentifikasi antibodi IgM dan IgG dalam sampel darah, serum, atau plasma [18]. IgM biasanya muncul dan menandakan infeksi akut [19], sedangkan IgG muncul kemudian dan menunjukkan infeksi yang telah berlangsung lebih lama atau adanya kekebalan terhadap patogen tersebut [15]. Tantangan utama dalam deteksi IgG adalah menemukan metode yang tepat, akurat, dan cepat. Metode ELISA (*Enzyme-Linked Immunosorbent Assay*) menjadi relevan. ELISA merupakan teknik laboratorium yang efektif dalam mendeteksi keberadaan antibodi dalam serum [20]. Adapun kelebihan metode ELISA merupakan uji serologi konvensional yang sederhana cepat dan aman [21]. Penelitian Sakamoto *et al.*, [22] menjelaskan bahwa metode ELISA memiliki keunggulan seperti Prosedur sederhana, Spesifisitas dan sensitivitas yang tinggi, karena adanya reaksi antigen-antibodi, Efisiensi tinggi, karena analisis simultan dapat dilakukan tanpa perlakuan awal sampel yang rumit, umumnya aman dan ramah lingkungan, karena tidak diperlukan zat radioaktif dan pelarut organik dalam jumlah besar dan Uji kadar yang hemat biaya, karena reagen yang digunakan berbiaya rendah [22]. Oleh karena itu, berbagai keunggulan ini membuat ELISA menjadi pilihan utama dalam deteksi antibodi seperti IgG.

Berdasarkan beberapa penelitian terkait penggunaan metode ELISA dalam mendeteksi IgG pada pasien tuberkulosis seperti penelitian [23] yang bertujuan untuk mengetahui nilai diagnostik antibodi imunoglobulin G (IgG) serum dengan metode ELISA untuk mendeteksi *Mycobacterium tuberculosis*, dengan hasil yang menunjukkan sensitivitas dan spesifisitas pemeriksaan ini pada pasien tuberkulosis paru adalah 83,33% dan 86,67%. Kemudian penelitian [24] untuk mendeteksi antibodi terhadap kompleks *Mycobacterium tuberculosis* pada luak Eropa, menunjukkan tes ELISA menghasilkan perkiraan tingkat sensitivitas 74-82% pada luak yang terinfeksi secara eksperimental dan alami dengan spesifisitas berkisar antara 75% hingga 100% tergantung pada populasi luak yang diuji. Dari kedua penelitian tersebut, jelas bahwa metode ELISA menawarkan keakuratan yang tinggi dalam mendeteksi keberadaan antibodi IgG terhadap *Mycobacterium tuberculosis*. Tingkat sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi menunjukkan bahwa metode ELISA dapat diandalkan sebagai alat diagnostik dalam mendeteksi tuberkulosis.

## 2. METODE

Jenis penelitian observasi laboratorik dengan menggunakan desain *cross sectional study*. *Cross sectional study* yaitu jenis penelitian yang menekankan waktu pengukuran atau observasi data variabel independen dan variabel dependen hanya satu kali pada satu saat [25].

### 2.1 Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *purposive sampling*. Dimana teknik ini merupakan teknik pengambilan sampel secara sengaja, yaitu peneliti melakukan pengambilan sampel dengan berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi.

### 2.2 Kriteria Penelitian

#### 2.2.1 Kriteria Inklusi

- a. Penderita TB baru yang belum menjalani pengobatan
- b. Penderita TB paru yang menjalani 2 minggu pengobatan

#### 2.2.2 Kriteria eksklusi

- a. Pasien yang telah menerima vaksinasi BCG dalam 6 bulan terakhir, karena vaksinasi ini dapat mempengaruhi hasil tes IgG.
- b. Penderita TB paru yang memiliki penyakit lain (seperti Diabetes Melitus, HIV)

### 2.3 Prosedur Kerja Penelitian

#### 2.3.1 Pengambilan sampel

Darah subjek penelitian diambil darahnya sebanyak 3 ml dan dimasukkan ke dalam tabung *Clot Activator*. Setelah itu, tabung *Clot Activator* didiamkan kemudian darah di sentrifus dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Kemudian serum darah diambil dan dipindahkan ke dalam *cryotube*. Setelah itu sampel disimpan dalam kulkas dengan suhu  $-20^{\circ}\text{C}$ . Sampel yang akan diperiksa akan disimpan pada suhu  $4^{\circ}\text{C}$  atau  $8^{\circ}\text{C}$  untuk pemeriksaan kurang dari 24 jam. Namun jika lebih dari 24 jam dilakukan penyimpanan sampel pada freezer suhu  $-4^{\circ}\text{C}$  sampai  $-6^{\circ}\text{C}$ .

#### 2.3.2 Cara Kerja

Siapkan semua reagen, solusi standar (*standard solutions*), dan sampel sesuai dengan instruksi yang diberikan. Pastikan untuk membawa semua reagen ke suhu ruangan sebelum digunakan. Assay ini dilakukan pada suhu ruangan untuk hasil yang optimal. Tentukan jumlah strip yang diperlukan untuk assay dan masukkan strip tersebut ke dalam bingkai yang disediakan. Simpan strip yang tidak digunakan pada suhu  $2-8^{\circ}\text{C}$  untuk digunakan di kemudian hari, hingga satu bulan. Untuk *blank wells*,

hanya tambahkan *substrate solution A*, *substrate solution B*, dan *stop solution* sebagai kontrol blank. Selanjutnya, tambahkan 50 µl standar yang ditentukan ke dalam well standar. Untuk *well* sampel, tambahkan 50 µl sampel dengan dilusi yang disarankan antara 2-5 kali jika diperlukan. Tambahkan juga 50 µl antigen biotinilasi ke setiap *well* dan campurkan dengan baik. Tutup *plate* dengan *sealer* dan inkubasikan selama 60 menit pada suhu 37°C.

Setelah inkubasi, lepaskan sealer dan buang cairan di dalam *well*. Cuci *well* sebanyak lima kali dengan 300 µl buffer cuci secara manual atau menggunakan pencuci otomatis. Pastikan untuk membalikkan *plate* dan menepuk-nepuknya pada material penyerap untuk menghilangkan cairan sepenuhnya setiap kali pencucian. Tambahkan 50 µl avidin-HRP ke dalam well standar dan sampel, lalu tutup kembali *plate* dengan sealer baru. Inkubasikan lagi selama 60 menit pada suhu 37°C. Setelah itu, ulangi proses pencucian seperti sebelumnya.

Selanjutnya, tambahkan 50 µl substrat solusi A dan 50 µl substrat solusi B ke setiap well. Inkubasikan *plate* yang telah ditutup dengan sealer baru selama 10 menit pada suhu 37°C dalam kondisi gelap. Setelah inkubasi, tambahkan 50 µl *stop solution* ke setiap *well*. Perhatikan bahwa warna biru akan segera berubah menjadi kuning. Terakhir, tentukan nilai kepadatan optic/ *optical density* (OD) dari setiap *well* menggunakan pembaca microplate yang disetel pada panjang gelombang 450 nm. Lakukan pengukuran ini dalam waktu 10 menit setelah menambahkan *stop solution* untuk mendapatkan hasil yang akurat. Catat hasil pengukuran ini untuk analisis lebih lanjut.

## 2.4 Prosedur Kerja Penelitian

### 2.4.1 Pengambilan sampel

Darah subjek penelitian diambil darahnya sebanyak 3 ml dan dimasukkan ke dalam tabung *Clot Activator*. Setelah itu, tabung *Clot Activator* didiamkan kemudian darah di sentrifus dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit. Kemudian serum darah diambil dan dipindahkan ke dalam *cryotube*. Setelah itu sampel disimpan dalam kulkas dengan suhu -20°C. Sampel yang akan diperiksa akan disimpan pada suhu 4°C atau 8°C untuk pemeriksaan kurang dari 24 jam. Namun jika lebih dari 24 jam dilakukan penyimpanan sampel pada freezer suhu -4°C sampai -6°C.

### 2.4.2 Cara Kerja

Siapkan semua reagen, solusi standar (*standard solutions*), dan sampel sesuai dengan instruksi yang diberikan. Pastikan untuk membawa semua reagen ke suhu ruangan sebelum digunakan. Assay ini dilakukan pada suhu ruangan untuk hasil yang optimal. Tentukan jumlah strip yang diperlukan untuk assay dan masukkan strip tersebut ke dalam bingkai yang disediakan. Simpan strip yang tidak digunakan pada suhu 2-8°C untuk digunakan di kemudian hari, hingga satu bulan. Untuk *blank wells*, hanya tambahkan *substrate solution A*, *substrate solution B*, dan *stop solution* sebagai kontrol blank. Selanjutnya, tambahkan 50 µl standar yang ditentukan ke dalam well standar. Untuk *well* sampel, tambahkan 50 µl sampel dengan dilusi yang disarankan antara 2-5 kali jika diperlukan. Tambahkan juga 50 µl antigen biotinilasi ke setiap *well* dan campurkan dengan baik. Tutup *plate* dengan *sealer* dan inkubasikan selama 60 menit pada suhu 37°C.

Setelah inkubasi, lepaskan sealer dan buang cairan di dalam *well*. Cuci *well* sebanyak lima kali dengan 300 µl buffer cuci secara manual atau menggunakan pencuci otomatis. Pastikan untuk membalikkan *plate* dan menepuk-nepuknya pada material penyerap untuk menghilangkan cairan sepenuhnya setiap kali pencucian. Tambahkan 50 µl avidin-HRP ke dalam well standar dan sampel, lalu tutup kembali *plate* dengan sealer baru. Inkubasikan lagi selama 60 menit pada suhu 37°C. Setelah itu, ulangi proses pencucian seperti sebelumnya.

Selanjutnya, tambahkan 50 µl substrat solusi A dan 50 µl substrat solusi B ke setiap well. Inkubasikan *plate* yang telah ditutup dengan sealer baru selama 10 menit pada suhu 37°C dalam kondisi gelap. Setelah inkubasi, tambahkan 50 µl *stop solution* ke setiap *well*. Perhatikan bahwa warna

biru akan segera berubah menjadi kuning. Terakhir, tentukan nilai kepadatan optic/ *optical density* (OD) dari setiap *well* menggunakan pembaca microplate yang disetel pada panjang gelombang 450 nm. Lakukan pengukuran ini dalam waktu 10 menit setelah menambahkan *stop solution* untuk mendapatkan hasil yang akurat. Catat hasil pengukuran ini untuk analisis lebih lanjut.

### 2.5 Analisis Data

Hasil dari pengujian akan dipresentasikan melalui tabel dan gambar dengan pendekatan deskriptif. Pendekatan deskriptif bertujuan untuk menguraikan atau menggambarkan suatu fenomena, kejadian, atau peristiwa dengan cara yang faktual, terstruktur, dan tepat [26]. Selain itu lebih menggambarkan apa adanya suatu variabel, gejala atau keadaan [27]. Analisis data pada penelitian ini juga menggunakan analisis bivariate dengan uji statistik berbantuan aplikasi SPSS 25 [28]. Kemudian variabel data pada tiap-tiap kelompok diuji dengan uji Kruskal Wallis untuk data nominal dan ordinal, dengan batas kemaknaan yang diambil adalah  $p < 0,05$  dengan interval kepercayaan 95% [29]. Seperti uji normalitas yang digunakan merupakan teknik shapiro-wilk, karena lebih besar sampel  $< 50$ . Dengan taraf signifik [30]. Selanjutnya data yang didapatkan diolah dan diperiksa dengan menggunakan uji statistic Wilcoxon [31]. Teknik analisis Wilcoxon digunakan sebagai alternatif dari uji paired t-test. Pedoman pengambilan keputusan dalam uji ini berdasarkan nilai *Asymp.Sig.* (2-tailed), yaitu jika nilai *Asymp.Sig.* (2-tailed)  $< 0.05$  maka  $H_0$  ditolak dan menerima  $H_a$  (Ada perbedaan). Sebaliknya jika nilai *Asymp.Sig.* (2-tailed)  $> 0.05$  maka  $H_0$  diterima dan  $H_a$  ditolak (Tidak ada perbedaan)(Irianto, 2020).

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Hasil Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar *Imunoglobulin Gamma* (IgG) pada Penderita TB Paru menggunakan Metode ELISA. Jumlah sampel pada penelitian ini terdiri 16 sampel, dilakukan pada tanggal 29 Januari tahun 2024 di *Hasanuddin University Medical Research Center* (HUMRC), sebagai berikut:

#### 3.1.1 Karakteristik Pasien Tuberkulosis

Tabel 1. Karakteristik Pasien TB Paru

| Karakteristik         | Jumlah                |                      | Persentase (%)        |
|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|
| <b>Jenis Kelamin</b>  | <b>Positif (n=11)</b> |                      |                       |
| Perempuan             | 5                     |                      | 45%                   |
| Laki-laki             | 6                     |                      | 54%                   |
| <b>Total</b>          | <b>11</b>             |                      | <b>100%</b>           |
| <b>Usia</b>           | <b>Positif (n=11)</b> | <b>Negatif (n=5)</b> | <b>Persentase (%)</b> |
| 20-29 Tahun           | 3                     |                      | 31%                   |
| 30-39 Tahun           | 1                     | 1                    | 25%                   |
| 40-49 Tahun           | 3                     |                      | 19%                   |
| 50-59 Tahun           | 1                     |                      | 6%                    |
| 60-69 Tahun           | 3                     |                      | 19%                   |
| <b>Total</b>          | <b>11</b>             | <b>1</b>             | <b>100%</b>           |
| <b>Lama Menderita</b> | <b>Positif (n=11)</b> |                      | <b>Persentase (%)</b> |
| ± 3 Minggu            | 9                     |                      | 82%                   |

|                              |               |                       |
|------------------------------|---------------|-----------------------|
| ± 1 Bulan                    | 1             | 9%                    |
| ± 3 Bulan                    | 1             | 9%                    |
| <b>Total</b>                 | <b>11</b>     | <b>100%</b>           |
| <b>Hasil Pemeriksaan TCM</b> | <b>Jumlah</b> | <b>Persentase (%)</b> |
| <i>Low</i>                   | 4             | 36%                   |
| <i>Very Low</i>              | 5             | 46%                   |
| <i>High</i>                  | 1             | 9%                    |
| <i>Medium</i>                | 1             | 9%                    |
| <b>Total</b>                 | <b>11</b>     | <b>100%</b>           |

Berdasarkan Tabel 1 menunjukkan karakteristik pasien terdiagnosa dengan TB Paru, dibedakan menjadi dua kelompok utama berdasarkan hasil tes TB: Positif dan Negatif. Dalam kelompok pasien dengan hasil tes positif, terdapat 11 orang, sedangkan kelompok dengan hasil tes negatif terdiri dari 1 orang. Berdasarkan Jenis kelamin, pasien Perempuan terdiri dari 5 orang dengan persentase (45%) dan 6 orang laki-laki dengan persentase (54%), mencerminkan distribusi yang relatif seimbang antara kedua jenis kelamin. Dalam aspek usia, pasien dibagi menjadi lima kelompok dengan distribusi sebagai berikut: 3 pasien (31%) berusia 20-29 tahun, 1 pasien (25%) di kelompok 30-39 tahun, 3 pasien (19%) berada di rentang 40-49 tahun, 1 pasien (6%) di kelompok 50-59 tahun, dan 3 pasien (19%) berusia 60-69 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa TB Paru tidak terbatas pada kelompok usia tertentu. Ketika melihat durasi penderitaan, mayoritas pasien (9 dari 11, atau 82%) memiliki riwayat penyakit selama ± 3 minggu, sedangkan hanya 1 pasien (9%) yang menderita selama ± 1 bulan dan ± 3 bulan.

Berdasarkan hasil pemeriksaan Tes Cepat Molekuler (TCM) terhadap pasien TB Paru, karakteristik hasil menunjukkan bahwa sebagian besar pasien berada pada kategori "Very Low" dengan jumlah 5 orang, yang mewakili 46% dari total sampel. Selanjutnya, 4 pasien (36%) termasuk dalam kategori "Low". Sementara itu, hanya 1 pasien (9%) yang menunjukkan hasil dalam kategori "High" dan 1 pasien lainnya (9%) dalam kategori "Medium". Dengan demikian, distribusi hasil pemeriksaan TCM pada pasien TB Paru menunjukkan bahwa mayoritas pasien memiliki tingkat keberadaan bakteri yang sangat rendah.

### 3.1.2 Analisis Kadar IgG pada Penderita TB berdasarkan Nilai OD dan Kadar IgG

Tabel 2. Hasil Analisis Kadar IgG pada Penderita TB berdasarkan Nilai OD dan Kadar IgG

| Kode Sampel | Nilai OD | Nilai Konsentrasi ug/mL | Keterangan |
|-------------|----------|-------------------------|------------|
| 1           | 0.216    | 101.11                  | Positif    |
| 2           | 0.669    | 67.513                  | Positif    |
| 3           | 0.528    | 83.523                  | Positif    |
| 4           | 0.18     | 122.988                 | Positif    |
| 5           | 0.196    | 118.994                 | Positif    |
| 6           | 0.46     | 93.411                  | Positif    |
| 7           | 0.185    | 116.481                 | Positif    |
| 8           | 0.494    | 88.234                  | Positif    |
| 9           | 0.579    | 77.165                  | Positif    |
| 10          | 0.384    | 107.23                  | Positif    |
| 11          | 0.732    | 61.634                  | Positif    |
| 12          | 0.333    | 172.294                 | Negatif    |

Berdasarkan Tabel 4.2 untuk sampel yang dikategorikan positif, nilai OD berkisar antara 0.180 hingga 0.732, dan konsentrasi IgG berkisar antara 61.634 µg/mL hingga 122.988 µg/mL. Sampel 1 dengan nilai OD 0.216 menunjukkan konsentrasi IgG sebesar 101.11 µg/mL, menandakan respons imun yang positif terhadap TB. Sampel 2 dengan OD 0.669 dan konsentrasi IgG 67.513 µg/mL, sampel 3 dengan OD 0.528 dan konsentrasi 83.523 µg/mL, dan seterusnya hingga sampel 11 dengan OD 0.732 dan konsentrasi IgG 61.634 µg/mL, semuanya menunjukkan hasil positif yang mengindikasikan adanya infeksi TB aktif.

Di sisi lain, sampel yang dikategorikan negatif menunjukkan nilai OD dan konsentrasi IgG yang berbeda, menandakan tidak adanya respons imun yang kuat terhadap TB. Sampel 12 dengan nilai OD berkisar dari 0.333 dan konsentrasi IgG 172.294 µg/mL, dikategorikan negatif, menunjukkan tidak adanya atau respons imun yang tidak signifikan terhadap infeksi TB.

### 3.1.3 Hasil Uji Normalitas pada Pasien TB Positif

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas Pasien TB Positif

| Hasil Pemeriksaan | Sig   | Keterangan           |
|-------------------|-------|----------------------|
| Positif           | 0,710 | Berdistribusi Normal |
| Negatif           | 0.131 | Berdistribusi Normal |

Tabel 3 menggambarkan hasil uji normalitas untuk pasien dengan Tuberkulosis (TB) yang menggunakan uji Shapiro-Wilk. Di mana kedua kelompok, baik yang dinyatakan positif maupun negatif terhadap TB, menunjukkan distribusi yang normal. Untuk pasien dengan hasil pemeriksaan positif, nilai signifikansi (Sig) adalah 0,710, sedangkan untuk kelompok dengan hasil pemeriksaan negatif, nilai signifikansinya adalah 0,131, keduanya mengindikasikan bahwa data berdistribusi normal dan tidak menyimpang dari asumsi normalitas.

### 3.1.4 Kadar IgG pada Pasien TB

Tabel 3. Kadar IgG pada Pasien TB

| Pasien TB         | N  | Mean Rank | Sig   | Keterangan          |
|-------------------|----|-----------|-------|---------------------|
| Kadar IgG Positif | 11 | 6,82      | 0,311 | Tidak ada perbedaan |
| Negatif           | 1  | 3,00      |       |                     |

Data disajikan dengan mean rank dan diuji dengan Kruskal-Wallis Test

Tabel 4 menyajikan perbandingan kadar *Immunoglobulin G* (IgG) antara pasien Tuberkulosis (TB) yang positif dan negatif. Dari data yang diuji menggunakan Kruskal-Wallis Test, ditemukan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan kadar IgG antara kedua kelompok, dengan pasien TB positif memiliki mean rank sebesar 6,82 dan pasien TB negatif memiliki *mean rank* sebesar 3,00, dengan nilai signifikansi (Sig) sebesar 0,311, menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan antara kedua kelompok pasien tersebut.

### 3.1.5 Kadar IgG Berdasarkan Kelompok Usia

Tabel 5. Hasil Uji Wilcoxon Kadar IgG Berdasarkan Kelompok Usia

| Karakteristik | Asymp. Sig | Keterangan |
|---------------|------------|------------|
|---------------|------------|------------|

|               |       |               |
|---------------|-------|---------------|
| Kelompok Usia | 0.000 | Ada Perbedaan |
|---------------|-------|---------------|

Berdasarkan Tabel 5 menunjukkan ada perbedaan antara kadar Immunoglobulin G (IgG) dengan kelompok usia, hasil menunjukkan nilai *Asymp. Sig. (2- tailed)* sebesar  $0.000 < 0.05$  maka  $H_0$  ditolak dan menerima  $H_a$  yang berarti ada perbedaan yang signifikan antara keduanya antara kadar IgG dan kelompok usia pasien TB dalam sampel yang diteliti.

### 3.1.6 Kadar IgG Berdasarkan Lama Menderita Batuk

Tabel 4. Hasil Uji Wilcoxon Kadar IgG Berdasarkan Lama Menderita Batuk

| Karakteristik        | <i>Asymp. Sig</i> | Keterangan    |
|----------------------|-------------------|---------------|
| Lama Menderita Batuk | 0.004             | Ada Perbedaan |

Berdasarkan hasil uji Wilcoxon yang disajikan dalam Tabel 4.6 diketahui bahwa kadar IgG berdasarkan lama menderita batuk memiliki nilai nilai *Asymp. Sig. (2- tailed)* sebesar  $0.004 < 0.05$  maka  $H_0$  ditolak dan menerima  $H_a$  yang berarti ada perbedaan yang signifikan antara lama menderita batuk dengan kadar IgG pada pasien TB.

### 3.1.7 Hasil Kadar IgG berdasarkan pemeriksaan TCM

Tabel 5. Hasil Kadar IgG berdasarkan pemeriksaan TCM pasien TB

|           | Hasil TCM       | N  | Mean Rank | Sig   | Keterangan          |
|-----------|-----------------|----|-----------|-------|---------------------|
| Kadar IgG | <i>Low</i>      | 4  | 6         | 0,235 | Tidak ada perbedaan |
|           | <i>Very Low</i> | 5  | 7,60      |       |                     |
|           | <i>High</i>     | 1  | 3         |       |                     |
|           | <i>Medium</i>   | 1  | 1         |       |                     |
|           | Total           | 11 |           |       |                     |

Data disajikan dengan mean rank dan diuji dengan Kruskal-Wallis Test

Berdasarkan Tabel 7 memaparkan hasil analisis kadar *Immunoglobulin G* (IgG) pada pasien Tuberkulosis (TB) dengan menggunakan Tes Cepat Molekuler (TCM). Dari 11 sampel yang diuji, terdapat variasi hasil pemeriksaan TCM yang meliputi kategori *low* (4 sampel dengan mean rank 6), *very low* (5 sampel dengan mean rank 7,60), *high* (1 sampel dengan mean rank 3), dan *medium* (1 sampel dengan mean rank 1), dengan nilai signifikansi (Sig) 0,235 yang menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan antara kelompok kadar IgG yang berbeda.

## 3.2 Pembahasan

Pada penelitian ini dilakukan pengambilan sampel di Puskesmas di Kabupaten Sinjai, dan analisis sampel dilanjutkan di *Hasanuddin University Medical Research Center* (HUMRC). Sampel yang digunakan merupakan sampel pasien yang sesuai dengan kriteria inklusi yang berjumlah 16 orang dan bahan yang dipakai adalah darah sebanyak 5 ml dan dimasukkan ke dalam tabung *Clot Activator*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar *Imunoglobulin Gamma* (IgG) pada Penderita TB Paru menggunakan Metode *Enzym Linked Immunosorbent Assay* (ELISA).

Tuberkulosis (TB) adalah penyakit infeksi yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis* dan biasanya menyerang paru-paru, yang menyebabkan gejala utama pada paru [1]. Namun, TB juga dapat mempengaruhi berbagai organ lain, termasuk sistem pernapasan,

gastrointestinal, limforetikular, kulit, saraf pusat, muskuloskeletal, reproduksi, dan hati [2]. Penularan TB terjadi melalui udara, terutama ketika seseorang yang terinfeksi batuk atau berbicara, sehingga bakteri TB dapat terhirup oleh orang lain. Selain itu, bakteri TB Paru dapat menyebar melalui aliran darah, menginfeksi bagian tubuh lain [3].

Berdasarkan Tabel 1 berdasarkan jenis kelamin, ditinjau dari karakteristik pasien tuberkulosis yang sedang menjalani pengobatan menunjukkan dari keseluruhan responden, mayoritas adalah laki-laki. Seperti dijelaskan oleh WHO bahwa TBC menyerang orang-orang dari kedua jenis kelamin dengan beban tertinggi terjadi pada pria dewasa, sebagai perbandingan dengan perempuan dewasa (WHO, 2022). Hal ini dijelaskan oleh penelitian [32] yaitu terdapat perbedaan imunologi antara kedua jenis kelamin tersebut terhadap respons antibodi pada antigen asing. Secara umum, pada orang dewasa usia reproduksi, perempuan memiliki respons antibodi yang lebih besar dibandingkan laki-laki, kadar imunoglobulin basal (Ig) yang lebih tinggi, dan jumlah sel B yang lebih tinggi. Wanita dewasa juga memiliki respons antibodi yang lebih tinggi terhadap beragam vaksin terhadap virus influenza, hepatitis B, demam kuning, rabies, herpes, dan cacar. Selain itu studi yang dilakukan oleh Dehmi *et al.*, [33] menambah bukti bahwa prevalensi TBC lebih tinggi pada laki-laki dibandingkan perempuan. Sehingga jumlah kasus lazim per kasus TB BTA positif yang dilaporkan juga lebih tinggi pada laki-laki dibandingkan perempuan, hal ini menambah bukti bahwa laki-laki cenderung lebih rentan terhadap TBC dibandingkan perempuan.

Berdasarkan Tabel 1 terkait usia, menunjukkan bahwa tuberkulosis Paru (TB Paru) tidak membedakan usia, karena mempengaruhi individu dari berbagai kelompok usia dengan distribusi yang relatif merata di antara pasien positif, sejalan dengan penelitian yang dilakukan [34], menjelaskan bahwa TB Paru dapat terjadi pada semua kelompok usia. Kemudian berdasarkan tabel 1 terkait lama menderita yaitu mayoritas pasien positif mengalami gejala dalam kurun waktu kurang lebih sekitar 3 minggu sebelum diagnosis menyoroti pentingnya deteksi dini dan intervensi cepat, sebagaimana diungkapkan oleh [35], menunjukkan bahwa diagnosis TBC, memerlukan 2–8 minggu untuk tumbuh.

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan variasi nilai OD dan konsentrasi IgG pada sampel yang dikategorikan positif dan negatif, menggambarkan kompleksitas respons imun terhadap TB. Nilai OD yang berkisar antara 0.180 hingga 0.732 untuk sampel positif dan konsentrasi IgG yang beragam menandakan adanya infeksi TB aktif, sementara sampel negatif dengan nilai OD dan konsentrasi IgG yang juga beragam menunjukkan tidak adanya atau respons imun yang tidak signifikan terhadap TB. Fenomena ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menemukan bahwa semakin rendah nilai OD (*Optical Density*) menandakan semakin rendah pula pertumbuhan dari isolat bakteri tersebut. Menunjukkan semakin rendahnya level pertumbuhan bakteri Tuberkulosis, menandakan respon imun yang kurang signifikan atau tidak adanya infeksi TB aktif. Namun interpretasinya dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk kondisi kesehatan lain dan infeksi paralel [36].

Tabel 3 dalam penelitian ini menunjukkan hasil uji normalitas menggunakan uji Shapiro-Wilk untuk pasien dengan Tuberkulosis (TB), bahwa data dari kedua kelompok berdistribusi normal, sehingga analisis statistik lebih lanjut dapat dilakukan dengan asumsi bahwa data berdistribusi normal. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang juga menemukan distribusi data normal dalam populasi pasien TB, menegaskan bahwa uji Shapiro-Wilk merupakan metode yang efektif untuk menguji normalitas data dalam konteks penelitian TB dengan data sampel < 50 [30].

Berdasarkan Tabel 4 membuktikan tidak adanya perbedaan signifikan pada kadar *Immunoglobulin G* (IgG) antara pasien dengan hasil tes tuberkulosis (TB) positif dan negatif. Penelitian ini sejalan dengan penelitian terdahulu yang menemukan bahwa respon imun, seperti kadar IgG, memang tidak berbeda secara signifikan antara individu yang terinfeksi TB dibandingkan dengan mereka yang tidak terinfeksi. Hal ini ditegaskan [37] bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan secara statistik dalam kemungkinan menderita tuberkulosis paru antara mereka yang memiliki titer IgG EBNA tertil tengah dan mereka yang memiliki titer IgG tertil bawah.

Berdasarkan Tabel 5 menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara kadar IgG dan kelompok usia. Sejalan dengan studi Consonni *et al.* [38] menunjukkan bahwa data mengenai kadar Ig pada penyakit TB hanya tersedia pada subjek dewasa (17–25), yang menunjukkan bahwa kadar IgG pada orang dewasa dengan TB meningkat secara jelas. Selanjutnya pada tabel 4.6 temuan penelitian ini menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan antara lama menderita batuk dengan kadar *Immunoglobulin G* (IgG) pada pasien Tuberkulosis (TB). Hal ini didukung oleh temuan [39], dijelaskan bahwa gejala TB yaitu batuk yang berkepanjangan selama lebih dari dua minggu, dengan intensitas yang terus meningkat dan tidak pernah mereda. Hasil ini sejalan dengan temuan WHO yang menjelaskan hanya sekitar 5–10% orang yang terinfeksi TBC pada akhirnya akan menunjukkan gejala dan mengembangkan penyakit TBC (WHO, 2023). Selain itu dalam konteks kadar IgG, juga lebih dipengaruhi oleh faktor lain selain durasi gejala, seperti variasi genetik individu, status gizi, atau keberadaan infeksi ko-morbid. Hal ini ditegaskan oleh [40] yaitu respons IgG terhadap TB dipengaruhi oleh infeksi lain yang dimiliki oleh individu, seperti HIV, yang dapat menekan respons imun [40].

Berdasarkan Tabel 7 menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan pada kadar *Immunoglobulin G* (IgG) antara kelompok pasien Tuberkulosis (TB) dengan hasil pemeriksaan TCM yang berbeda (*Low, Very Low, High, dan Medium*) saat dianalisis menggunakan Tes Cepat Molekuler (TCM). Temuan ini memberikan kontribusi pada literatur penelitian terdahulu dengan menunjukkan bahwa metode pengujian dapat mempengaruhi interpretasi kadar IgG sebagai biomarker untuk TB. Temuan terdahulu mengindikasikan bahwa IgG dapat berperan dalam respons imun terhadap TB, dijelaskan oleh Fatahillah menunjukkan IgG ditemukan pada individu yang pernah terinfeksi di masa lalu atau telah menerima vaksinasi BCG [41]. Namun hasil yang berbeda antara metode ELISA dan TCM menggarisbawahi pentingnya memilih metode pengujian yang tepat untuk studi imunologis TB. Hal ini terlihat pada hasil penelitian ini menunjukkan ELISA lebih sensitif dalam mendeteksi perbedaan imunologis antar pasien TB, sedangkan TCM tidak cukup sensitif untuk membedakan pasien berdasarkan kadar IgG. Didukung oleh penelitian [42] menunjukkan metode ELISA sebagai alat diagnostik cepat untuk meningkatkan sensitivitas TB.

Dengan demikian hasil penelitian ini sejalan dengan temuan penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa *metode Enzym Linked Immunosorbent Assay* (ELISA) memiliki keunggulan dalam mendeteksi kadar *Immunoglobulin G* (IgG) pada pasien Tuberkulosis (TB), dengan sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi. Penelitian ini sejalan dengan penelitian [23] yang menemukan bahwa ELISA menunjukkan sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi dalam mendeteksi *Mycobacterium tuberculosis*. Selain itu, penelitian ini juga mendukung temuan oleh [24] yang menunjukkan bahwa ELISA dapat menghasilkan estimasi sensitivitas dan spesifisitas yang baik dalam mendeteksi antibodi terhadap kompleks *Mycobacterium tuberculosis*. Dengan demikian, penelitian ini menambahkan bukti pada literatur yang ada mengenai efektivitas ELISA sebagai metode diagnostik untuk TB, khususnya dalam mendeteksi perbedaan imunologis antar pasien TB berdasarkan kadar IgG, yang merupakan marker penting dalam diagnosis dan pemantauan TB.

#### 4. KESIMPULAN

Penelitian ini mengungkapkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan dalam kadar *Imunoglobulin Gamma* (IgG) antara pasien Tuberkulosis Paru (TB Paru) yang terkonfirmasi positif dan negatif, berdasarkan sampel 12 responden dengan 11 terkonfirmasi positif dan 1 negatif. Menggunakan metode *Enzym Linked Immunosorbent Assay* (ELISA), hasil penelitian menunjukkan bahwa pasien TB Paru positif tidak memiliki kadar IgG berbeda dibandingkan dengan pasien negatif, dengan nilai signifikansi  $p=0,311$ . Penelitian ini juga menemukan TB Paru umumnya di berbagai usia, dengan gejala umumnya muncul 3 minggu sebelum diagnosis. Kemudian terdapat perbedaan kadar IgG yang signifikan antara usia pasien dan durasi batuk, namun tidak ada perbedaan Tes Cepat

Molekuler (TCM) dengan kadar IgG. Hal ini menunjukkan ELISA lebih efektif dalam mendeteksi IgG sebagai penanda TB.

## REFERENSI

- [1] Wahyuni, C. U., Manurung, I. F. E., Astutik, E., & Saputra, F. F. (2023). *Penemuan Kasus Tuberkulosis pada ODHA di NTT: Integrasikan Pendekatan Keluarga dan Dukungan Lokal*. Airlangga University Press.
- [2] Adigun, R., & Singh, R. (2023). *Tuberculosis*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441916/>
- [3] Nasution, J. D., Elfira, E., & Faswita, N. W. (2023). *Pencegahan Penularan Tuberkulosis Paru*. Eureka Media Aksara. <https://repository.penerbitereka.com/media/publications/563058-pencegahan-penularan-tuberkulosis-paru-fd984e84.pdf>
- [4] Dwiipayana, I. M. G. (2022). Mengenal Gambaran Penyakit Tuberkulosis Paru Dan Cara Penanganannya. *Widya Kesehatan*, 4(1), 1–14. <https://doi.org/10.32795/widyakesehatan.v4i1.2806>
- [5] Kakhki, R. K., Neshani, A., Sankian, M., Ghazvini, K., Hooshyar, A., & Sayadi, M. (2019). The short-chain dehydrogenases/reductases (SDR) gene: A new specific target for rapid detection of Mycobacterium tuberculosis complex by modified comparative genomic analysis. *Infection, Genetics and Evolution*, 70(1), 158–164. <https://doi.org/10.1016/j.meegid.2019.01.012>
- [6] Husen, A. H., Nur Afiah, A. S., Soesanti, S., & Tempola, F. (2022). Deteksi Dini Resiko Tuberkulosis di Kota Ternate: Pelacakan dan Implementasi Algoritma Klasifikasi. *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, 3(2), 217–225. <https://doi.org/10.37859/coscitech.v3i2.3986>
- [7] Sidik, A. P., & Mayasari, N. (2021). Mendeteksi Penyakit Tuberculosis Dengan Algoritma Bayes. *JSI: Jurnal Sistem Informasi (E-Journal)*, 13(2), 2021. <https://ejournal.unsri.ac.id/index.php/jsi/article/view/15541>
- [8] Jilani, T. N., Avula, A., Gondal, A. Z., & Siddiqui, A. H. (2023). *Active Tuberculosis*. StatPearls Publishing. [ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513246/#:~:text=In pulmonary tuberculosis%2C the most,night sweats are commonly reported.](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK513246/#:~:text=In pulmonary tuberculosis%2C the most,night sweats are commonly reported.)
- [9] Sugito. (2022). Pengaruh Pendidikan Kesehatan Tuberculosis pada Masyarakat Terhadap Kesadaran Deteksi Dini Penyakit Tuberculosis. *TSCD3Kep Journal*, 7(9), 54–65. <https://ejournal.annurpurwodadi.ac.id/index.php/TSCD3Kep/article/view/338/346>
- [10] WHO. (2022a). *Global Tuberculosis Report 2022: Case notifications*. <https://www.who.int/teams/global-tuberculosis-programme/tb-reports/global-tuberculosis-report-2022/tb-diagnosis-treatment/3-1-case-notifications>
- [11] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). *Deteksi TBC Capai Rekor Tertinggi di Tahun 2022*. [https://www.kemkes.go.id/article/view/23033100001/deteksi-tbc-capai-rekor-tertinggi-di-tahun-2022.html#:~:text=Penyakit tuberkulosis \(TBC\) di Indonesia,dengan 11 kematian per jam](https://www.kemkes.go.id/article/view/23033100001/deteksi-tbc-capai-rekor-tertinggi-di-tahun-2022.html#:~:text=Penyakit tuberkulosis (TBC) di Indonesia,dengan 11 kematian per jam)
- [12] Dinkes Pemprov Sulsel. (2021). *Profil Kesehatan Tahun 2021*.
- [13] Ma, Z., Ji, X., Yang, H., He, J., Zhang, Q., Wang, Y., Wang, Z., & Chen, C. (2020). Screening and evaluation of Mycobacterium tuberculosis diagnostic antigens. *European Journal of Clinical Microbiology and Infectious Diseases*, 39(10), 1959–1970. <https://doi.org/10.1007/s10096-020-03951-3>
- [14] Napiórkowska-Baran, K., Koltan, S., Zalewska, J., Ziętkiewicz, M., Kucharski, M., Pałgan, K., Alska, E., Tykwińska, M., Coblewska, P., & Bartuzi, Z. (2019). Determination of antibodies in everyday practice. Part I-Properties of antibodies. *Alergia Astma Immunologia*, 24(2), 51–58. <https://www.termedia.pl/Journal/-/18/pdf-36512-10?filename=Determination.pdf>
- [15] Gupta, A. (2019). Comprehensive Biochemistry for Dentistry. In *Comprehensive Biochemistry for Dentistry*. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-1035-5>
- [16] Siagian, E. (2018). *Immunology*. Uwais Inspirasi Indonesia.
- [17] Hermann, C., & King, C. G. (2021). TB or not to be: what specificities and impact do antibodies have during tuberculosis? *Oxford Open Immunology*, 2(1), 1–10. <https://doi.org/10.1093/oxfimm/iqab015>

- [18] Li, Z., Yi, Y., Luo, X., Xiong, N., Liu, Y., Li, S., Sun, R., Wang, Y., Hu, B., Chen, W., Zhang, Y., Wang, J., Huang, B., Lin, Y., Yang, J., Cai, W., Wang, X., Cheng, J., Chen, Z., ... Ye, F. (2020). Development and clinical application of a rapid IgM-IgG combined antibody test for SARS-CoV-2 infection diagnosis. *Journal of Medical Virology*, 92(9), 1518–1524. <https://doi.org/10.1002/jmv.25727>
- [19] Gong, S., & Ruprecht, R. M. (2020). Immunoglobulin M: An Ancient Antiviral Weapon – Rediscovered. *Frontiers in Immunology*, 11(1), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2020.01943>
- [20] Alhaji, M., Zubair, M., & Farhana, A. (2023). *Enzyme Linked Immunosorbent Assay*. StatPearls Publishing. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK555922/>
- [21] Xiang, J., Yan, M., Li, H., Liu, T., Lin, C., Huang, S., & Shen, C. (2020). Evaluation of Enzyme-Linked Immunoassay and Colloidal Gold-Immunochromatographic Assay Kit for Detection of Novel Coronavirus (SARS-Cov-2) Causing an Outbreak of Pneumonia (COVID-19). *MedRxiv*, 1(1), 1–13. <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.02.27.20028787v1%0Ahttps://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.02.27.20028787v1.abstract>
- [22] Sakamoto, S., Putalun, W., Vimolmangkang, S., Phoolcharoen, W., Shoyama, Y., Tanaka, H., & Morimoto, S. (2018). Enzyme-linked immunosorbent assay for the quantitative/qualitative analysis of plant secondary metabolites. *Journal of Natural Medicines*, 72(1), 32–42. <https://doi.org/10.1007/s11418-017-1144-z>
- [23] Haghdoost, M., Nazmi, P. A., & I, H. O. O. (2021). Correlation of Serum Levels of Vitronectin, Malondialdehyde and Hs-CRP With Disease Severity in Coronary Artery Disease. *Jurnal of Research: Clinical Medicine*, 9(1), 1–4. <https://doi.org/10.15171/jcvtr.2015.24>
- [24] Infantes-Lorenzo, J. A., Dave, D., Moreno, I., Anderson, P., Lesellier, S., Gormley, E., Dominguez, L., Balseiro, A., Gortázar, C., Dominguez, M., & Salguero, F. J. (2019). New serological platform for detecting antibodies against Mycobacterium tuberculosis complex in European badgers. *Veterinary Medicine and Science*, 5(1), 61–69. <https://doi.org/10.1002/vms3.134>
- [25] Abduh, M., Alawiyah, T., Apriansyah, G., Sirodj, R. A., & Afgani, M. W. (2022). Survey Design: Cross Sectional dalam Penelitian Kualitatif. *Jurnal Pendidikan Sains Dan Komputer*, 3(1), 31–39. <https://doi.org/10.47709/jpsk.v3i01.1955>
- [26] Creswell, J. W. (2008). *Educational Research: Planning, Conducting and Evaluating, Quantitative and Qualitative Research* (3rd ed.). Pearson Education.
- [27] Izza, N. C., Nurdin, Tanjung, R., Sulung, N., & Efriza. (2023). *Metodologi Penelitian Kesehatan: Pendekatan Kuantitatif dan Kualitatif*. Get Press Indonesia. <https://books.google.co.id/books?id=2anXEAAAQBAJ>
- [28] Firdausi, S., Pujiastuti, P., & Probosari, N. (2023). Hubungan Usia dan Jenis Kelamin Dengan Kejadian Penyakit Periodontal Pada Pasien Poli Gigi Puskesmas Arjasa Kabupaten Jember Tahun 2020. *STOMATOGNATIC - Jurnal Kedokteran Gigi*, 20(2), 140. <https://doi.org/10.19184/stoma.v20i2.44014>
- [29] Purnomo, H. D., Arianto, A. T., & Widayat, A. W. (2021). Perbedaan Kebutuhan Morfin PCA Pascalaparotomi antara Infiltrasi Ketamin dan Infiltrasi Levobupivakain. *Jurnal Anestesi Perioperatif*, 9(3), 142–149. <https://doi.org/10.15851/jap.v9n3.2493>
- [30] Firdaus, V. R., & Fahrizqi, E. B. (2023). Hubungan Antara Kekuatan Otot Lengan Dan Koordinasi Mata-Tangan Dengan Kemampuan Passing Bawah Pada Peserta Ektrakurikuler Bola Voli Sma Negeri 2 Kalianda. *Journal Of Physical Education*, 4(1), 8–13.
- [31] Krisdianilo, V., Rizky, V. A., Sa'adah Siregar, A., Rahayu, I., Kesehatan, M., Lubuk, P., Korespondensi, P. :, & Visensius, K. (2023). Real time polymerase chain reaction assay (RT-PCR) sebagai tes cepat mycobacterium tuberculosis dari sampel dahak pasien tuberculosis. *Journal of Medical Surgical Concerns*, 2(1), 1–5. <https://e-jurnal.iphorr.com/index.php/msc/article/view/371/444>
- [32] Fink, A. L., & Klein, S. L. (2018). The evolution of greater humoral immunity in females than males: implications for vaccine efficacy. *Current Opinion in Physiology*, 6(1), 16–20. <https://doi.org/10.1016/j.cophys.2018.03.010>
- [33] Dehmi, M., Yusuf, A., & Juhanto, A. (2021). Analisis Pengaruh Metode Penyuluhan (Ceramah) dan pemberian Edukasi Minum Obat Pada Penderita Tb Paru. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi*

- Husada*, 10(2), 511–518. <https://doi.org/10.35816/jiskh.v10i2.636>
- [34] Adane, A., Damena, M., Weldegebreal, F., & Mohammed, H. (2020). Prevalence and Associated Factors of Tuberculosis among Adult Household Contacts of Smear Positive Pulmonary Tuberculosis Patients Treated in Public Health Facilities of Haramaya District, Oromia Region, Eastern Ethiopia. *Tuberculosis Research and Treatment*, 2020, 1–7. <https://doi.org/10.1155/2020/6738532>
- [35] Susilawati, T. N., & Larasati, R. (2019). A recent update of the diagnostic methods for tuberculosis and their applicability in indonesia: A narrative review. *Medical Journal of Indonesia*, 28(3), 284–291. <https://doi.org/10.13181/mji.v28i3.2589>
- [36] Fahrudin, Haedar, N., Santosa, S., & Wahyuni, S. (2019). Uji kemampuan tumbuh isolat bakteri dari air dan sedimen Sungai Tallo terhadap logam timbal (Pb). *Jurnal Ilmu Alam Dan Lingkungan*, 10(2), 58–64.
- [37] Swanepoel, J., Van Zyl, G., Hesseling, A. C., Johnson, S. M., Moore, D. A. J., & Seddon, J. A. (2023). Human Cytomegalovirus Immunoglobulin G Response and Pulmonary Tuberculosis in Adolescents: A Case-Control Study. *Open Forum Infectious Diseases*, 10(11), 1–6. <https://doi.org/10.1093/ofid/ofad487>
- [38] Consonni, F., Chiti, N., Ricci, S., Venturini, E., Canessa, C., Bianchi, L., Lippi, F., Montagnani, C., Giovannini, M., Chiappini, E., Galli, L., Azzari, C., & Lodi, L. (2022). Unbalanced serum immunoglobulins in clinical subtypes of pediatric tuberculosis disease. *Frontiers in Pediatrics*, 10(1), 1–9. <https://doi.org/10.3389/fped.2022.908963>
- [39] Mar'iyah, K., & Zulkarnain. (2021). Patofisiologi penyakit infeksi tuberkulosis. In *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, 7(1), 88–92. <http://journal.uin-alauddin.ac.id/index.php/psb>
- [40] Gindeh, A., Owolabi, O., Donkor, S., & Sutherland, J. S. (2020). Mycobacterium tuberculosis-specific plasmablast levels are differentially modulated in tuberculosis infection and disease. *Tuberculosis*, 124(8), 1–5. <https://doi.org/10.1016/j.tube.2020.101978>
- [41] Fatahillah, H., Andarini, I., & Hidayah, D. (2022). Hubungan Imunisasi BCG dengan Tuberkulosis Paru pada Anak Balita di RSUD Dr.Moewardi. *Plexus Medical Journal*, 1(1), 18–23. <https://doi.org/10.20961/plexus.v1i1.15>
- [42] Hu, Y., Liu, M., Hu, H., Yang, H., Qin, L., Hu, Z., Zhu, C., & Liu, Z. (2021). Accuracy of multitarget indirect enzyme-linked immunoassay assay for detection of tuberculosis antibody. *Annals of Translational Medicine*, 9(23), 1731–1731. <https://doi.org/10.21037/atm-21-5598>