

## **ANALISIS KADAR INTERFERON GAMMA MENGGUNAKAN METODE FLUORESCENCE IMUNOASSAY (FIA) DAN ENZYME- LINKED IMMUNOSORBENT ASSAY (ELISA) PADA PASIEN TUBERKULOSIS**

*Analysis of Interferon Gamma Levels Using Fluorescence Immunoassay (FIA) and Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA) Methods in Tuberculosis Patients*

**Annisa Trimulyani<sup>1</sup>, Yogi Khoirul Abror<sup>1</sup>, Nina Marlina<sup>1</sup>, Fusvita Merdekawati<sup>1</sup>**

<sup>1\*</sup> Jurusan TLM, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Bandung

Email: [annisatrim16@gmail.com](mailto:annisatrim16@gmail.com)

### **ABSTRACT**

*Tuberculosis is one of the top 10 causes of death in the world. Based on the 2022 Global Tuberculosis Report, Indonesia was in second place in 2021 with the most tuberculosis cases in the world. Tuberculosis is caused by Mycobacterium tuberculosis, which can spread through the air from droplets. Interferon Gamma Release Assays (IGRA) is an immunoserological test that can be used to detect M. tuberculosis infection. IGRA testing is used to measure the production of the cytokine interferon gamma as a specific response to the M. tuberculosis antigens Early Secretory Antigenic Target-6 (ESAT-6) and Culture Filtrate Protein-10 (CFP-10) in vitro for 16-24 hours. As technology continues to develop, there is a new method called Fluorescence Immunoassay (FIA) that produces results faster than the Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA) method recommended by WHO, which takes 3 hours to complete. This study aims to determine whether there is a difference in the levels of interferon gamma using the Fluorescence Immunoassay (FIA) and Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA) methods in tuberculosis patients. The type of research used is a quasi-experiment with a static group comparison design. The number of samples used in the study was 30. The results of the interferon gamma levels using the Fluorescence Immunoassay (FIA) method were obtained with an average of 2.83 IU/mL and the Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA) method of 2.78 IU/mL. Then, the data obtained were analyzed using the Wilcoxon test, the results of the Sig. value of 0.109 > 0.05 were obtained. Therefore, it can be concluded that there is no significant difference in the levels of interferon gamma using the Fluorescence Immunoassay (FIA) and Enzyme-Linked Immunosorbent Assay (ELISA) methods.*

**Keywords:** *Interferon Gamma, FIA Method, ELISA Method, Tuberculosis*

## ABSTRAK

Tuberkulosis merupakan 1 diantara 10 penyebab kematian tertinggi diseluruh dunia. Berdasarkan data *Global Tuberculosis Report 2022*, Indonesia berada pada posisi kedua pada tahun 2021 dengan jumlah penderita tuberkulosis terbanyak di dunia. Tuberkulosis disebabkan oleh *Mycobacterium tuberculosis* yang dapat menyebar melalui udara dari droplet. Infeksi *M. tuberculosis* dapat dideteksi melalui pemeriksaan imunoserologis, yaitu pemeriksaan *Interferon Gamma Release Assays* (IGRA). Pemeriksaan IGRA digunakan untuk mengukur produksi sitokin *interferon gamma* sebagai respon spesifik terhadap antigen *M. tuberculosis Early Secretory Antigenic Target-6* (ESAT-6) dan *Culture Filtrate Protein-10* (CFP-10) secara *in vitro* selama 16 - 24 jam. Semakin berkembangnya teknologi saat ini terdapat metode baru yaitu *Fluorescence Immunoassay* (FIA) yang hasilnya lebih cepat keluar dibandingkan dengan metode *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay* (ELISA) yang sudah direkomendasikan oleh WHO, memerlukan waktu 3 jam sampai hasil selesai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan kadar *interferon gamma* menggunakan metode *Fluorescence Immunoassay* (FIA) dan *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay* (ELISA) pada pasien tuberkulosis. Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen semu dengan desain penelitian *static group comparison*. Jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian sebanyak 30. Hasil kadar *interferon gamma* menggunakan metode *Fluorescence Immunoassay* (FIA) didapatkan rata-rata 2.83 IU/mL dan metode *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay* (ELISA) 2.78 IU/mL. Kemudian data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji *Wilcoxon* didapatkan hasil nilai *Asymp. Sig. 0.109 > 0.05*. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan kadar *interferon gamma* menggunakan metode *Fluorescence Immunoassay* (FIA) dan *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay* (ELISA).

**Kata kunci :** Interferon Gamma, Metode FIA, Metode ELISA, Tuberkulosis

## PENDAHULUAN

*Mycobacterium tuberculosis* patogen penyebab tuberkulosis, dapat menularkan penyakit melalui udara melalui droplet yang dikeluarkan penderita tuberkulosis saat batuk, bersin, atau berbicara. Selain biasa menginfeksi parenkim paru dan menimbulkan tuberkulosis paru, kuman tuberkulosis juga dapat menyebabkan tuberkulosis ekstra paru, yaitu infeksi pada organ selain paru, seperti pleura, kelenjar getah bening, tulang, dan organ ekstra paru lainnya.<sup>1</sup>

Di antara sepuluh penyebab utama kematian secara global, tuberkulosis merupakan penyebab kematian utama yang disebabkan oleh agen infeksi. Diperkirakan 10,6 juta orang di seluruh dunia mengidap TBC dan 1,4 juta di antaranya mengakibatkan kematian.

Berdasarkan data *Global Tuberculosis Report 2022*, setelah Tiongkok dan Filipina, India memiliki jumlah pasien TBC tertinggi kedua di dunia pada tahun 2021. India memimpin dalam hal ini. Indonesia menduduki peringkat ketiga pada tahun 2020 di antara negara-negara dengan kasus terbanyak. Diperkirakan 969.000 kasus tuberkulosis (satu kasus setiap 33 detik) dilaporkan di Indonesia. Jumlah ini meningkat 17% dari tahun 2020, atau 824.000 kasus. Di Indonesia, terdapat 354 kejadian tuberkulosis untuk setiap 100.000 penduduk.<sup>2</sup>

Pada tahun 2030, pemerintah Indonesia berharap dapat menurunkan angka kasus TBC menjadi 65 kasus per 100.000 penduduk. Sebagaimana tercantum dalam Strategi Nasional Penanggulangan Tuberkulosis di

Indonesia 2020 – 2024, upaya pemberantasan tuberkulosis di tanah air akan dilakukan pada tahun 2030. Hal ini dapat dicapai dengan memanfaatkan kemajuan teknologi dalam skrining, diagnosis, dan pengobatan tuberkulosis.<sup>3</sup>

Identifikasi infeksi tuberkulosis yang tepat sangat penting dalam penanganan penyakit ini dan upaya pemberantasan penyakit ini dalam jangka panjang. Selain itu, diagnosis yang tepat waktu dapat membantu mencegah infeksi tuberkulosis laten (ILTB) berubah menjadi tuberkulosis aktif.<sup>4</sup>

Infeksi *M.tuberculosis* dapat dideteksi melalui pemeriksaan imunoserologis, antara lain pemeriksaan tuberculin skin test (*TST*) yang memiliki kekurangan, sensitivitas dan spesifisitas rendah, hasilnya terpengaruh oleh vaksinasi BCG dan interpretasi hasil subjektif secara visual setelah 3 hari. Kemudian uji imunokromatografi untuk mendeteksi antibodi terhadap *M.tuberculosis*, uji ini juga memiliki kekurangan yaitu memiliki sensitifitas dan spesifisitas yang rendah.<sup>5</sup>

Pemeriksaan imunoserologis yang lain adalah pemeriksaan *Interferon Gamma Release Assays* (IGRA). Pemeriksaan IGRA untuk mengukur produksi sitokin IFN- $\gamma$  sebagai respon spesifik terhadap antigen *M.tuberculosis* *Early Secretory Antigenic Target-6* (ESAT-6) 6 kD dan *Culture Filtrate Protein-10* (CFP-10) 10 kD secara in vitro selama 16 – 24 jam. Dibandingkan dengan uji imunoserologis yang lainnya, Pemeriksaan IGRA lebih spesifik dan sensitif karena tidak terpengaruh oleh status vaksinasi BCG, seperti tes tuberkulin atau tes Mantoux.<sup>6</sup>

Metode pemeriksaan IGRA yang telah direkomendasikan oleh *World Health Organization* (WHO) yaitu *enzyme-linked immunosorbent assay* (ELISA) dan *enzyme-linked immunospot* (ELISPOT) (WHO, 2022). Pemeriksaan IGRA dengan metode ELISA memiliki sensitivitas 94.81%, spesifisitas

98.09%, dan limit deteksi 0.17 IU/mL. Namun, Salah satu kelemahan pendekatan ELISA adalah lamanya proses evaluasi mungkin memakan waktu hingga tiga jam dengan biayanya yang cukup tinggi.<sup>7</sup>

Semakin berkembangnya teknologi dan berbagai penelitian telah dilakukan, pemeriksaan IGRA juga dapat dilakukan menggunakan metode *Fluorescence Immunoassay* (FIA). Pemeriksaan IGRA dengan metode FIA memiliki sensitivitas 81.6%, spesifisitas 97.5%, dan limit deteksi 0.05 IU/mL. Kelebihan metode FIA dibandingkan ELISA yaitu proses pengerjaan yang lebih cepat kurang dari 30 menit, dan proses pengerjaan yang lebih sederhana.<sup>8</sup>

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Yun Gyoung Hur, dkk tahun 2019 mengenai studi kelayakan untuk diagnosis infeksi tuberkulosis laten menggunakan *platform point-of-care* IGRA di Korea Selatan yang menyatakan bahwa tes tuberkulosis metode FIA dapat digunakan sebagai metode diagnostik cepat untuk mendeteksi infeksi tuberkulosis laten. Hal ini mungkin bermanfaat khususnya di tempat-tempat dengan sumber daya terbatas yang memerlukan diagnostik laboratorium yang hemat biaya.

Definisi dari sensitivitas suatu tes adalah kemampuannya untuk mendeteksi hasil positif pada individu yang sakit, sedangkan spesifisitasnya adalah kemampuannya untuk mendeteksi hasil negatif pada individu yang sehat. Suatu pemeriksaan skrining memerlukan sensitivitas yang tinggi, sedangkan pemeriksaan diagnosis memerlukan spesifisitas yang tinggi.<sup>9</sup>

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, maka penulis telah melakukan penelitian yang berjudul “Analisis Kadar *Interferon Gamma* menggunakan Metode *Fluorescence Immunoassay* (FIA) dan *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay* (ELISA) Pada Pasien Tuberkulosis”.

## METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah *quasi eksperiment* (eksperimen semu) dengan desain penelitian yang digunakan adalah *Static group comparison* yang berguna untuk membandingkan hasil pemeriksaan kadar *Inteferon Gamma* menggunakan metode FIA dengan metode ELISA. Teknik sampling yang digunakan yaitu *quota sampling* dimana pasien tuberkulosis yang melakukan pemeriksaan TB-IGRA diambil sebagai sampel penelitian sampai kuota terpenuhi.

Sampel yang digunakan yaitu 30 pasien tuberkulosis yang diperiksa TB-IGRA di Laboratorium Medis Pramita Martadinata Bandung. Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Medis Pramita Martadinata Bandung.

Data primer didapatkan dari hasil pemeriksaan *Inteferon Gamma* menggunakan metode FIA dan metode ELISA dan merupakan jenis data yang digunakan dalam penelitian ini.

Tahapan penelitian ini terdiri atas pengambilan spesimen, penanganan sampel darah heparin, pemeriksaan *Interferon Gamma* Metode FIA, dan pemeriksaan *Interferon Gamma* Metode ELISA. Data yang diperoleh kemudian diolah menggunakan perangkat lunak *Statistical Product and Service Solutions* (SPSS) yang disajikan dalam bentuk tabel. Lalu hasil penelitian akan diuji normalitasnya terlebih dahulu dengan menggunakan *Shapiro-Wilk*. Uji-t berpasangan adalah uji statistik yang digunakan jika distribusinya normal. Wilcoxon adalah uji statistik yang digunakan jika sebaran data yang diperoleh tidak normal.

Dengan persetujuan etik nomor 32/KEPK/EC/XII/2023, penelitian ini telah mendapat persetujuan dari Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan, Komisi Etik Penelitian Kesehatan Bandung.

## HASIL

Telah dilakukan penelitian mengenai analisis kadar interferon gamma menggunakan metode *Fluorescence Immunoassay* (FIA) dan *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay* (ELISA) pada pasien tuberkulosis di Laboratorium Medis Pramita Martadinata pada bulan Oktober 2023 dengan menggunakan 30 sampel darah pasien yang melakukan pemeriksaan TB-IGRA, kemudian dilakukan dengan menggunakan metode *Fluorescence Immunoassay* (FIA) dan *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay* (ELISA) untuk melihat ada atau tidak perbedaan pada kedua metode tersebut.

Sebelum melakukan pemeriksaan pada sampel dilakukan pemeriksaan terhadap kontrol alat terlebih dahulu. Kontrol alat untuk metode FIA menggunakan *system check cartridges* dan didapatkan hasil *ok* untuk setiap harinya. Untuk hasil nilai kontrol metode ELISA dari 7 hari pemeriksaan berada pada range  $\pm 1SD$ .

Data hasil pemeriksaan TB-IGRA metode FIA dan metode ELISA ditampilkan pada Tabel 1. Berdasarkan tabel 1, hasil pemeriksaan TB-IGRA dikatakan negatif bila kadar  $< 0.3$  IU/mL dan positif bila  $\geq 0.35$  (IU/mL). Hasil rata-rata pemeriksaan TB-IGRA metode FIA relatif lebih tinggi dibandingkan dengan hasil rata-rata pemeriksaan TB-IGRA metode ELISA.

Data hasil penelitian yang didapat diolah secara uji statistik untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan kadar interferon gamma menggunakan metode *Fluorescence Immunoassay* (FIA) dan *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay* (ELISA) pada pasien tuberkulosis menggunakan aplikasi *Statistical Program for Social Science* (SPSS). Uji statistik yang digunakan yaitu uji normalitas untuk dapat melihat distribusi data termasuk dalam kategori normal atau tidak.

Kemudian dilakukan Uji non-parametrik *Wilcoxon* karena data tidak terdistribusi normal. Karena data untuk pengujian non-parametrik disajikan sebagai urutan atau peringkat, data tersebut juga lebih mudah untuk dihitung dan diinterpretasikan.

Uji normalitas dilakukan untuk memverifikasi apakah data tersebar secara teratur atau tidak. Karena nilai N (jumlah data) yang digunakan dalam penelitian ini hanya terdapat 50 titik data, maka nilai signifikansi *Shapiro-Wilk* menjadi landasan pengambilan keputusan dalam uji normalitas. Jika

nilai Sig. > 0.05 maka data tersebut terdistribusi normal, sedangkan jika nilai Sig. < 0.05 maka data tersebut tidak terdistribusi normal.

Hasil uji *Wilcoxon* dapat melihat nilai signifikansinya (p atau *Asymp. Sig. 2-tailed*) yaitu Jika  $p > 0,05$  maka hasil pemeriksaan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, maka  $H_0$  diterima dan  $H_1$  ditolak. Apabila  $p < 0,05$  maka  $H_0$  terbantahkan dan  $H_1$  diterima, hal ini menunjukkan bahwa hasil pengujian berbeda-beda.

**Tabel 1 Data Hasil Pemeriksaan TB-IGRA**

No. Spesimen	Tanggal Pemeriksaan	Metode FIA (IU/mL)	Result	Metode ELISA (IU/mL)	Result
1	3 Oktober 2023	4.15	Positif	4.06	Positif
2	3 Oktober 2023	1.80	Positif	1.85	Positif
3	3 Oktober 2023	0.95	Positif	0.94	Positif
4	3 Oktober 2023	0.12	Negatif	0.17	Negatif
5	3 Oktober 2023	1.33	Positif	1.31	Positif
6	5 Oktober 2023	1.37	Positif	1.40	Positif
7	5 Oktober 2023	5.48	Positif	5.34	Positif
8	5 Oktober 2023	2.14	Positif	2.26	Positif
9	5 Oktober 2023	5.85	Positif	5.81	Positif
10	10 Oktober 2023	0.05	Negatif	0.02	Negatif
11	10 Oktober 2023	0.02	Negatif	0.10	Negatif
12	10 Oktober 2023	2.15	Positif	2.35	Positif
13	10 Oktober 2023	7.69	Positif	6.91	Positif
14	12 Oktober 2023	2.85	Positif	2.73	Positif
15	12 Oktober 2023	2.25	Positif	2.08	Positif
16	12 Oktober 2023	0.35	Negatif	0.23	Negatif
17	12 Oktober 2023	4.63	Positif	4.46	Positif
18	17 Oktober 2023	2.29	Positif	2.32	Positif
19	17 Oktober 2023	0.24	Negatif	0.14	Negatif
20	17 Oktober 2023	6.70	Positif	6.64	Positif

No. Spesimen	Tanggal Pemeriksaan	Metode FIA (IU/mL)	Result	Metode ELISA (IU/mL)	Result
21	17 Oktober 2023	3.05	Positif	3.09	Positif
22	19 Oktober 2023	0.09	Negatif	0.07	Negatif
23	19 Oktober 2023	0.12	Negatif	0.05	Negatif
24	19 Oktober 2023	6.28	Positif	6.24	Positif
25	19 Oktober 2023	2.10	Positif	2.08	Positif
26	24 Oktober 2023	0.20	Negatif	0.18	Negatif
27	24 Oktober 2023	6.63	Positif	6.75	Positif
28	24 Oktober 2023	1.90	Positif	1.85	Positif
29	24 Oktober 2023	6.25	Positif	6.25	Positif
30	24 Oktober 2023	5.89	Positif	5.85	Positif
<b>Rata-rata</b>		2.83		2.78	

## PEMBAHASAN

Pada hasil penelitian terdapat kadar *interferon gamma* yang dibawah nilai limit deteksi pada metode FIA 0.05 IU/mL, sedangkan hasil yang didapat 0.02 IU/mL, dan metode ELISA 0.17 IU/mL, sedangkan hasil yang didapat 0.02 IU/mL, 0.10 IU/mL, 0.14 IU/mL, 0.07 IU/mL, 0.05 IU/mL. Berdasarkan standar operasional prosedur ditempat penelitian yaitu Laboratorium Medis Pramita Martadinata hasil tetap dikeluarkan karena setelah melakukan pengecekan terhadap hasil kontrol dan standar bahwa hasil sesuai dengan kriteria dan valid.

Kelebihan metode FIA dibandingkan ELISA yaitu proses pengerjaan yang lebih cepat kurang dari 30 menit, harga yang lebih rendah dan proses pengerjaan lebih sederhana. Namun kekurangannya yaitu sensitivitas dan spesifisitas lebih rendah dari metode ELISA, dan belum direkomendasikan oleh WHO karena termasuk metode

yang baru pada pemeriksaan IGRA<sup>8</sup>. Kelebihan dari metode ELISA ini mempunyai sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi, sudah mendapat rekomendasi dari WHO. Namun Metode ELISA ini memiliki kekurangan yaitu memerlukan waktu yang cukup lama 2 sampai 3 jam proses pemeriksaanya dan harga yang cukup tinggi<sup>7</sup>.

WHO mengeluarkan rekomendasi penggunaan pemeriksaan IGRA untuk diagnosis infeksi tuberkulosis yaitu reagen *QIAGEN QuantiFERON-Gold Plus (QFT-Plus)* dengan sensitivitas 94.81%, spesifisitas 98.09% dan *WANTAI TB-IGRA* dengan sensitivitas 81.0%, spesifisitas 94.80% yang berbasis metode ELISA dan *Oxford Immunotec T-SPOT.TB (T-Spot)* dengan sensitivitas 95.60%, spesifisitas 97.10% yang berbasis metode ELISPOT (WHO, 2022). Saat ini WHO belum merekomendasikan pemeriksaan IGRA dengan metode FIA, karena merupakan metode baru, namun

metode FIA memiliki sensitivitas 81.6% dan spesifisitas 97.5% yang masuk ke dalam rentang reagen yang direkomendasikan oleh WHO.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Yun Gyoung Hur, dkk tahun 2019 mengenai studi kelayakan untuk diagnosis infeksi tuberkulosis laten menggunakan *platform point-of-care* IGRA di Korea Selatan yang mendapatkan hasil bahwa tes tuberkulosis metode FIA dapat digunakan sebagai metode diagnostik cepat untuk mendeteksi infeksi tuberkulosis laten. Hal ini mungkin bermanfaat khususnya di tempat-tempat dengan sumber daya terbatas yang memerlukan diagnostik laboratorium yang hemat biaya.

Penelitian yang dilakukan oleh Oh Joo Kweon, dkk tahun 2021 menyatakan bahwa metode FIA dapat menghasilkan nilai *interferon gamma* yang lebih tinggi dibandingkan ELISA bahkan dengan sampel plasma yang sama. Dari hasil penelitiannya metode FIA menunjukkan kinerja yang dapat diterima. Metode FIA yang baru dikembangkan memiliki beberapa keunggulan seperti kemudahan penggunaan untuk sejumlah kecil subjek, waktu penyelesaian cepat, dan prosedur yang sederhana.

Pada penelitian mengenai analisis kadar *interferon gamma* menggunakan metode FIA dan ELISA setelah dilakukan uji statistik *Wilcoxon* didapatkan hasil nilai Sig. 0.109, yang dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan kadar interferon gamma baik menggunakan metode FIA dan ELISA.

Salah satu faktor dalam penelitian ini yang mungkin berdampak pada hasil TB-IGRA adalah usia. Temuan ini menunjukkan bahwa orang dewasa muda dan anak-anak lebih mungkin terkena TB-IGRA dibandingkan orang dewasa yang lebih tua. Hal ini karena anak-anak dan remaja lebih rentan mengembangkan respons imunologis terhadap antigen TBC karena mereka memiliki sistem kekebalan yang lebih

aktif. Jenis kelamin, hasil TB IGRA lebih tinggi pria dibandingkan dengan wanita. Hal ini karena pria lebih mungkin terpapar kuman tuberkulosis daripada wanita. Kelainan imun, orang dengan kelainan imun, seperti HIV/AIDS atau penyakit autoimun, lebih mungkin menunjukkan hasil positif palsu pada TB IGRA. Hal ini disebabkan oleh sistem kekebalan tubuh mereka yang tidak dapat menghasilkan respons imun yang normal terhadap antigen tuberkulosis. Pengobatan kortikosteroid, dapat menekan sistem kekebalan tubuh dan menyebabkan hasil negatif palsu pada TB IGRA. Hal ini karena kortikosteroid dapat menghambat produksi interferon gamma, yang merupakan protein yang berperan dalam respons imun terhadap tuberkulosis. Vaksinasi BCG, dapat menyebabkan hasil positif palsu pada TB IGRA, terutama pada anak-anak. Hal ini karena vaksin BCG mengandung antigen tuberkulosis yang dapat menyebabkan tubuh menghasilkan respons imun terhadap tuberkulosis<sup>10</sup>.

Selain variabel-variabel tersebut, kualitas spesimen darah, sampel darah yang lipemik atau mengalami hemolisis dapat menyebabkan hasil yang salah, serta stabilitas sampel dan reagen juga dapat mempengaruhi hasil IGRA TB. Pemeriksaan kadar *interferon gamma* menggunakan metode FIA dan ELISA merupakan pemeriksaan yang dilakukan secara semi otomatis, sehingga pada penelitian ini masih terdapat keterbatasan penelitian yaitu dalam hal pipetasi sampel dan reagen dilakukan secara manual yang dapat mempengaruhi hasil. Oleh karena itu, peneliti mengharapkan bagi peneliti selanjutnya untuk melakukan penelitian dengan membandingkan alat semi otomatis dan full otomatis untuk pipetasi sampel, reagen dan proses pencucian *well*.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat diambil beberapa kesimpulan. Pertama, Kadar *interferon gamma*

menggunakan metode *Fluorescence Immunoassay* (FIA) pada pasien tuberkulosis didapatkan rata-rata 2.83 IU/mL. Kedua, Kadar *interferon gamma* menggunakan metode *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay* (ELISA) pada pasien tuberkulosis didapatkan rata-rata 2.78 IU/mL. Selanjutnya dapat disimpulkan bahwa Tidak terdapat perbedaan kadar *interferon gamma* menggunakan metode *Fluorescence Immunoassay* (FIA) dan *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay* (ELISA) pada pasien tuberkulosis.

Berdasarkan temuan ini, dapat disarankan beberapa hal. Pertama, untuk pemeriksaan kadar *interferon gamma* pada pasien tuberkulosis dapat menggunakan metode FIA. Selain itu, sebagai rekomendasi untuk penelitian selanjutnya, dapat membandingkan tingkat *interferon gamma* menggunakan peralatan yang sepenuhnya otomatis dan semi-otomatis.

#### DAFTAR RUJUKAN

1. Kementerian Kesehatan RI. *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor HK.01.07/Menkes/755/2019 Tentang Pedoman Nasional Pelayanan Kedokteran Tata Laksana Tuberkulosis*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; 2019
2. World Health Organization. *WHO Operational Handbook on Tuberculosis Module 3 : Diagnosis Test for Tuberculosis Infection*. Geneva: World Health Organization; 2022.
3. Kementerian Kesehatan RI. *Strategi Nasional Penanggulangan Tuberkulosis di Indonesia 2020-2024*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; 2020.
4. Dewi, J. *Perkembangan Pemeriksaan Interferon-Gamma Release Assay (IGRA) Dengan Metode T-Spot. TB Serta Aspek Klinis Pelaporan Hasil*. *Medicinus*; 2020, 33(1), 33-39.
5. Setiono, Ahmad. *Uji Diagnostik Pemeriksaan Immunokromatografi Tuberkulosis (ICT TB) Dibandingkan Dengan Pemeriksaan BTA Sputum Pada Tersangka Penderita TB Paru Di RSUP DR Kariadi Semarang*. Semarang; 2018.
6. Alhawaris, & Tabri, N. A. *Risiko Infeksi Mycobacterium tuberculosis Pada Orang Yang Tinggal Serumah Dengan Penderita Tuberkulosis di Makassar*. *Jurnal Kedokteran Mulawarman*; 2020, 7(1), 11-19.
7. Qiagen. *Kit Inset Quanti FERON-TB Gold Plus (QFT-Plus)*. German: Qiagen; 2022.
8. Boditech. *Kit Inset ichroma IGRA-TB 25*. Korea: Boditech; 2020.
9. Putra, I Wayan Gede, dkk. *Modul Penelitian Uji Diagnostik dan Skrining*. Denpasar: Fakultas Kedokteran Universitas Udayana; 2016.
10. Candini, N. A. *Uji Diagnosis Interferon Gamma Release Assay (IGRA) Dengan Metode Quantiferon TBC-Gold Plus (QFT-PLUS) Pada Tuberkulosis Anak*. Malang; 2019.
11. Kweon Oh Joo, & dkk. *Performance evaluation of newly developed fluorescence immunoassay-based interferon-gamma release assay for the diagnosis of latent tuberculosis infection in healthcare workers*. *Journal of Microbiology, Immunology and Infection*, 2021, 55 : 328-331.
12. Hur, Yun Gyoung & dkk. *A Feasibility Study for Diagnosis of Latent Tuberculosis Infection Using an IGRA Point-of-Care Platform in South Korea*. *Yonsei Medical Jurnal*, 2019, 60 (4), 375-380.
13. Qiagen. *QFT ELISA Kit*. German: Qiagen; 2023.
14. Wahyuniati, N. *Peran Interferon Gamma pada Infeksi Mycobacterium tuberculosis*. *Jurnal Kedokteran Syiah Kuala*, 2017, 17(2), 126-132.
15. Zhai W, Wu F, Zhang Y, Fu Y, Liu Z. *The Immune Escape Mechanisms of Mycobacterium Tuberculosis*. *International Journal of Molecular Sciences*, 2019, 20 (2) : 340.