



UNIVERSITAS PERTAHANAN RI

DESAIN VAKSIN MULTI-EPITOPE MALARIA
Plasmodium vivax SECARA IMUNOINFORMATIKA

SASTHA SUGIH ARTO 320200201022

Skripsi yang Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam
Mendapatkan Gelar Sarjana

FAKULTAS FARMASI MILITER
PROGRAM STUDI SARJANA FARMASI

BOGOR 2025

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama : Sastha Sugih Arto
NIM : 320210201022
Program Studi : Sarjana Farmasi
Fakultas : Farmasi Militer
Judul Skripsi : Desain Vaksin *Multi-epitope* Malaria
Plasmodium vivax secara Immunoinformatika

Dosen Pembimbing 2,



apt. Yogi Ertanto, S.Farm., M.Biotech.

Mayor Ckm NRP. 11090008341184

Tanggal: 1 Juli 2025

Dosen Pembimbing 1,



Okta Nursanti, S.Farm., M.S. Farm

Penda Tk. I III/b

NIP.199010032022032001

Tanggal: 1 Juli 2025

Mengetahui,

Kepala Program Studi

Sarjana Farmasi,



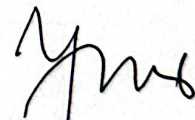
apt. Budi Sumaryono, S.Si., M.Farm., M.Han.

Kolonel Kes NRP. 527126

Tanggal: 1 Juli 2025

Dekan

Fakultas Farmasi Militer,



Prof. Dr. apt. Yahdiana Harahap, MS

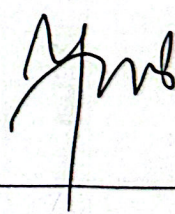
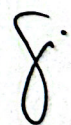
Pembina Utama IV/e

NIP.196409121990032003

Tanggal: 1 Juli 2025

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Sastha Sugih Arto
 NIM : 320200201022
 Program studi : Sarjana Farmasi
 Fakultas : Farmasi Millter
 Judul Skripsi : Desain Vaksin *Multi-epitope* Malaria
 : *Plasmodium vivax* secara Immunoinformatika

No.	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1.	Dosen Pembimbing 1: Okta Nursanti, S.Farm., M.S.Farm Penda Tk. I III/b NIP. 199010032022032001		1 Juli 2025
2.	Dosen Pembimbing 2: apt. Yogi Ertanto, S.Farm., M.Biotech. Mayor Ckm NRP. 11090008341184		1 Juli 2025
3.	Ketua sidang: Prof. Dr. apt. Yahdiana Harahap, M.S Pembina Utama IV/e NIP. 196409121990032003		1 Juli 2025
3.	Dosen Penguji 2: apt. Yennie Agnes Pranata S.Farm., M.S. Farm NUPTK. 6738766667230362		1 Juli 2025
4.	Dosen Penguji 3: apt. Dadang Syaeful Hidayat, S.Si., M.Si. Kolonel Kes. NRP. 517530		1 Juli 2025

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan jenjang apapun di suatu Perguruan Tinggi; dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat istilah, frasa, kalimat, paragraf, subbab atau bab dari karya yang pernah ditulis atau diterbitkan; kecuali yang secara tertulis diajukan dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Referensi.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan/undang-undang yang berlaku.

Bogor, 1 Juli 2025



Sastha Sugih Arto

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Pertahanan Republik Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sastha Sugih Arto
NIM : 320210201022
Program Studi : Sarjana Farmasi
Fakultas : Farmasi Militer
Jenis Karya : Skripsi

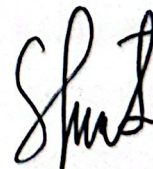
demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pertahanan Republik Indonesia **Hak Bebas Royalti Non-eksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul : *Desain Vaksin Multi-epitope Malaria Plasmodium vivax Secara Immunoinformatika beserta perangkat yang ada (jika diperlukan)*. Dengan Hak Bebas Royalti Non-eksklusif ini Universitas Pertahanan Republik Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan 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 : Bogor

Pada Tanggal : 1 Juli 2025

Yang menyatakan



Sastha Sugih Arto

NIM. 320210201022

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan kasih, rahmat, dan karunia-Nya sehingga Tugas Akhir Skripsi yang berjudul “Desain Vaksin *Multi-epitope* Malaria *Plasmodium vivax* secara Imunoinformatika” dapat diselesaikan tepat waktu. Penyusunan skripsi ini ditujukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Farmasi Fakultas Farmasi.

Penyusunan skripsi merupakan sebuah perjalanan akademik yang turut membentuk kemampuan berpikir kritis, analitis, dan kreativitas penulis. Penulis menyadari bahwa skripsi ini dapat terselesaikan berkat banyaknya dukungan, bimbingan, dan nasehat dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Rektor Universitas Pertahanan RI Letnan Jenderal TNI (Purn.) Dr. Anton Nugroho, M.M.D.S., M.A
2. Prof. Dr. apt. Yahdiana Harahap, M.S, selaku Dekan Fakultas Farmasi Militer, Universitas Pertahanan RI
3. Kolonel Ckm apt. Apip Hadi, M.Si, selaku Wakil Dekan 1 Fakultas Farmasi Militer, Universitas Pertahanan RI.
4. Brigadir Jenderal TNI Dr. apt. Adi Priyono, M.Kes, selaku Wakil Dekan 2 Fakultas Farmasi Militer, Universitas Pertahanan RI.
5. Kolonel Kes apt. Budi Sumaryono, S.Si., M.Farm., M.Han., selaku Ketua Program Studi Sarjana Farmasi, Fakultas Farmasi Militer, Universitas Pertahanan RI.
6. Ibu Okta Nursanti, S.Farm., M.S. Farm selaku pembimbing pertama sekaligus dosen wali penulis, yang senantiasa memberikan bimbingan, masukan dan semangat kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.

7. Bapak apt. Yogi Ertanto, S.Farm., M.Biotech. selaku pembimbing kedua beserta dosen wali penulis, yang telah tulus memberikan segala ilmu terutama bidang bioinformatik dan bimbingan serta meluangkan banyak waktunya sehingga penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan.
8. Dosen, laboran, dan seluruh civitas akademika Fakultas Farmasi Militer, Universitas Pertahanan RI, yang telah memberikan dukungan dan ilmu pengetahuan yang tak ternilai selama penulis menempuh pendidikan di Fakultas Farmasi Militer Universitas Pertahanan Republik Indonesia.
9. Kedua orang tua dan kakak penulis atas segala kasih sayang, doa, dan nasihatnya yang senantiasa menjadi sumber motivasi dan semangat penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Seluruh rekan-rekan Kadet Mahasiswa Prodi Sarjana Farmasi Cohort-2, Fakultas Farmasi Militer, Universitas Pertahanan RI, atas bimbingan dan dukungan yang diberikan kepada penulis.
11. Wa Ode Dianita Putri Suaiba Dam yang selalu menemani dan memberikan semangat selama pengerjaan skripsi.
12. Keluarga asuh Asetosal dan Wibisana yang telah memberi semangat dan dukungan selama pembuatan skripsi penulis.
13. Rekan-rekan Orang Sehat atas dukungan dan saran selama penelitian.
14. Rekan-rekan Warci, Tong, Makanbrow, dan Goahiro yang senantiasa mendukung penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
15. Seluruh pihak yang turut berkontribusi penelitian ini, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Harapan penulis skripsi ini dapat menjadi referensi bagi penelitian di masa yang akan datang dan turut berkontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan. Penulis menyadari bahwa karya ini memiliki kekurangan dan keterbatasan, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang.

Ucapan terima kasih penulis sampaikan atas segala doa dan dukungan sehingga skripsi ini dalam diselesaikan dengan baik. Semoga Tuhan yang Maha Esa membalas dengan limpahan Rahmat dan hidayah-Nya atas semua bantuan yang diberikan oleh berbagai pihak.

Bogor, 1 Juli 2025

Sastha Sugih Arto



ABSTRAK

DESAIN VAKSIN *MULTI-EPITOPE* MALARIA *Plasmodium vivax* IMUNOINFORMATIKA

Malaria *Plasmodium vivax* merupakan salah satu penyakit yang masih menjadi permasalahan kesehatan global. Meskipun Tidak separah *P. falciparum*, *P. vivax* adalah spesies malaria dengan penyebaran geografis paling luas dan mampu membentuk hipnozoit yang menyebabkan infeksi berulang. Keterbatasan pengobatan pada individu dengan defisiensi G6PD dan meningkatnya resistensi terhadap klorokuin turut memperumit penanganan. Hingga saat ini, belum ada vaksin *P. vivax* yang disetujui oleh WHO, meskipun beberapa kandidat telah mencapai tahap uji klinis. Oleh karena itu, pendekatan imunoinformatika menjadi alternatif penting karena dapat mempercepat perancangan vaksin secara efisien dan terarah. Penelitian ini bertujuan merancang vaksin *multi-epitope P. vivax* secara *in silico*. *Epitope* sel T dan B diprediksi dari protein SPECT1, Subtilisin, MSP1, dan AP2 menggunakan server IEDB. Pemilihan protein tersebut berdasarkan seleksi di UniProt. *Epitope* yang telah diprediksi diseleksi berdasarkan antigenisitas, alergenitas, toksisitas, dan imunogenisitas. *Epitope* disusun dengan adjuvan Flagellin serta linker AAY, GPGPG, dan KK. Struktur tersier diprediksi menggunakan AlphaFold dan divalidasi melalui analisis pLDDT dan pTM. Interaksi vaksin dengan TLR5, dan TLR9 dianalisis menggunakan docking protein. Optimasi kodon dan *in silico cloning* dilakukan ke dalam vektor ekspresi *E. coli* pET-28a(+), serta respons imun disimulasikan dengan C-ImmSim. Hasil menunjukkan bahwa vaksin memiliki sifat antigenik, non-alergenik, non-toksik, dan imunogenik dengan cakupan HLA yang luas. Kompleks vaksin-TLR menunjukkan ikatan yang kuat, dan simulasi imun memperlihatkan aktivasi sel B dan T, produksi antibodi (IgM dan IgG), serta populasi Makrofag dan sel NK sebagai pertahanan imunitas bawaan. Desain vaksin *multi-epitope* ini berpotensi menjadi kandidat awal vaksin *P. vivax* yang dapat dikembangkan lebih lanjut secara eksperimental.

Kata Kunci: *Plasmodium vivax*, vaksin *multi-epitope*, imunoinformatika, TLR, simulasi imun.

ABSTRACT

DESIGNING A MULTI-EPITOPE VACCINE AGAINST *Plasmodium vivax* MALARIA THROUGH IMMUNOINFORMATICS

Plasmodium vivax malaria remains a global health concern. Although not as deadly as *P. falciparum*, *P. vivax* is the most geographically widespread malaria species and can form hypnozoites that lead to recurrent infections. Treatment limitations in individuals with G6PD deficiency and the increasing resistance to chloroquine further complicate management. Until now, no *P. vivax* vaccine has been approved by the WHO, although some candidates have reached clinical trial phases. Therefore, immunoinformatics is an important alternative approach as it can accelerate vaccine design efficiently and precisely. This study aims to design a multi-epitope *P. vivax* vaccine through an in silico approach. T and B cell epitopes were predicted from SPECT1, Subtilisin, MSP1, and AP2 proteins using the IEDB server. These proteins were selected based on screening from UniProt. The predicted epitopes were selected based on antigenicity, allergenicity, toxicity, and immunogenicity. The selected epitopes were assembled with the Flagellin adjuvant and AAY, GP GPG, and KK linkers. The tertiary structure was predicted using AlphaFold and validated through pLDDT and pTM analysis. Vaccine interaction with TLR5 and TLR9 was analyzed using protein docking. Codon optimization and in silico cloning were carried out into the *E. coli* pET-28a(+) expression vector, and immune response was simulated using C-ImmSim. The results showed that the vaccine is antigenic, non-allergenic, non-toxic, and immunogenic with broad HLA coverage. The vaccine-TLR complex showed strong binding, and immune simulation revealed activation of B and T cells, antibody production (IgM and IgG), as well as macrophage and NK cell populations as part of innate immune defense. This multi-epitope vaccine design has the potential to be an early candidate for a *P. vivax* vaccine that can be further developed experimentally.

Keywords: *Plasmodium vivax*, multi-epitope vaccine, immunoinformatics, TLR, immune simulation.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PROPOSAL SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR SINGKATAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Landasan Teori	6
2.1.1 Sistem Imun	6
2.1.1.1 Klasifikasi Sistem Imun	6
2.1.1.2 Sistem Imun Bawaan (<i>innate immunity</i>)	7
2.1.1.3 Pertahanan Biokimia	8
2.1.1.4 Pertahanan Humoral Non-Spesifik	8
2.1.1.5 Pertahanan Seluler Non-Spesifik	8
2.1.1.6 Sistem Imun Adaptif (<i>Adaptive Immunity</i>)	9
2.1.1.7 Sistem Imunitas Humoral	10
2.1.1.8 Sistem Imunitas Seluler (<i>Cell Mediated Immunity</i>)	11
2.1.1.9 Sel T	12

2.1.2	Malaria	13
2.1.2.1	Taksonomi Parasit Malaria <i>Plasmodium vivax</i>	14
2.1.2.2	Siklus Hidup Malaria <i>Plasmodium vivax</i>	14
2.1.2.3	Manesfetsi klinis malaria <i>Plasmodium vivax</i>	15
2.1.3	Vaksin	16
2.1.3.1	Jenis Vaksin	18
2.1.3.2	Vaksin Malaria yang beredar	20
2.1.4	<i>Epitope</i>	20
2.1.4.1	<i>Epitope</i> MHC I	20
2.1.4.2	<i>Epitope</i> MHC II	21
2.1.4.3	<i>Epitope</i> Sel B	21
2.1.5	<i>Toll like Reseptors</i> (TLRs)	22
2.1.6	Imunoinformatika	23
2.1.6.1	Antigenisitas	24
2.1.6.2	Alergenisitas	24
2.1.6.3	Toksisitas	25
2.1.6.4	Imunogenisitas	25
2.1.6.5	Adjuvan	26
2.1.6.6	Linker	26
2.1.6.7	Cakupan populasi	27
2.1.6.8	<i>Molecular Docking</i> Protein-Protein	28
2.1.6.9	<i>In-Silico Cloning</i>	28
2.1.6.10	Simulasi Imun	29
2.2.	Hasil Penelitian Terdahulu	30
2.3.	Kerangka Berpikir	35
2.4.	Hipotesis	35
BAB III	METODOLOGI PENELITIAN	36
3.1	Metode dan Desain Penelitian	36
3.2	Tempat dan Waktu Penelitian	36
3.3	Alat dan Bahan	37
3.4	Variabel Penelitian	38

3.5	Diagram Alir Penelitian	39
3.6	Prosedur Penelitian	39
3.6.1.	Seleksi Protein Target	39
3.6.2.	Prediksi dan seleksi <i>Epitope</i> Sel T MHC I dan MHC II	40
3.6.3.	Prediksi <i>Epitope</i> Sel B linier dan diskontinu	40
3.6.4.	Konstruksi Vaksin Multi- <i>epitope</i>	41
3.6.5.	Evaluasi Sifat Fisikokimia, antigenisitas, alergenisitas, toksisitas, dan kelarutan Vaksin	41
3.6.6.	Evaluasi cakupan populasi	42
3.6.7.	Prediksi struktur sekunder dan tersier konstruksi vaksin	42
3.6.8.	<i>Molekular Docking</i> Vaksin dengan TLRs	42
3.6.9.	Optimasi Kodon dan <i>in-silico cloning</i>	43
3.6.10.	Simulasi Imun	44
3.7.	Metode Analisis	44
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	45
4.1	Hasil penelitian	45
4.1.1	Seleksi Protein Target Malaria <i>Plasmodium vivax</i>	45
4.1.2	Analisis Lokalisasi Subseluler	47
4.1.3	Prediksi <i>Epitope</i> MHC I	48
4.1.4	Prediksi <i>Epitope</i> MHC II	53
4.1.5	Prediksi <i>Epitope</i> Sel B	59
4.1.6	Konstruksi Desain Vaksin Multi- <i>epitope</i>	64
4.1.7	Sifat fisikokimia vaksin, antigenesitas, alergenisitas, toksisitas, dan evaluasi kelarutan	67
4.1.8	Evaluasi Cakupan Populasi	68
4.1.9	Prediksi Struktur Sekunder dan Tersier Konstruksi Vaksin	69
4.1.10	Prediksi <i>Epitope</i> Sel B Diskontinu	71
4.1.11	Molecular Docking Vaksin dengan TLRs	72
4.1.12	Optimasi Kodon dan <i>in-silico cloning</i>	73
4.1.13	Simulasi imun	74
4.2	Pembahasan	77

BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	85
5.1 Kesimpulan.....	85
5.2 Saran.....	85
DAFTAR PUSTAKA.....	86
LAMPIRAN.....	95



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Prinsip Mekanisme Imunitas Bawaan dan Adaptif	7
Gambar 2. 2 Tipe Imunitas Adatif	10
Gambar 2. 3 Siklus Hidup Malaria	15
Gambar 2. 4 Lokasi Seluler TLRs	22
Gambar 2. 5 Kerangka Berpikir.....	35
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	39
Gambar 4. 1 Representasi skematis Hasil Konstruksi Akhir Desain Vaksin Multi-epitope Malaria <i>Plasmodium vivax</i>	65
Gambar 4. 2 Hasil AlphaFold dari Konstruksi Akhir Vaksin Malaria <i>Plasmodium vivax</i>	66
Gambar 4. 3 Hasil Prediksi Sekunder Konstruksi Akhir Vaksin menggunakan Webserver PSIPRED	69
Gambar 4. 4 Hasil prediksi struktur tersier menggunakan webserver I Tasser	70
Gambar 4. 5 Hasil validasi struktur tersier menggunakan webserver Procheck	70
Gambar 4. 6 Visualisasi Prediksi <i>Epitope</i> Sel B Diskontinu Menggunakan DiscoTope. (A) Kontruksi akhir vaksin (B) Merozoite surface protein 1	71
Gambar 4. 7 Kompleks Vaksin-TLR dan ikatan protein antarmuka menggunakan EBI PDBsum	73
Gambar 4. 8 Visualisasi hasil in silico cloning vaksin multi-epitope ke dalam vektor pET-28a(+) menggunakan SnapGene.....	74
Gambar 4. 9 Hasil simulasi imun setelah pemberian vaksin multi-epitope malaria <i>Plasmodium vivax</i> menggunakan Webserver C-ImmSim (A) Dinamika antigen dan antibodi (igM, igG, igG1, dan igG2) (B) Populasi sel B dan produksi antibodi (C) Status aktivasi dan fungsional sel B (D) Respon sel T sitotoksik (E) Status aktivasi sel T sitotoksik (F) Populasi Sel T Helper dan Sel Memori (G) Status aktivasi Sel T Helper (H) Populasi Sel Natural Killer (NK) (I) Aktivasi sel dendritik (J) Aktivasi sel makrofag.	76

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	30
Tabel 3. 1 Jadwal Penelitian	36
Tabel 3. 2 Database dan Webserver yang digunakan dalam penelitian ...	37
Tabel 4. 1 Kandidat Protein Target Terpilih untuk Desain Vaksin Malaria Plasmodium vivax	46
Tabel 4. 2 Lokasi Subseluler Protein Target	47
Tabel 4. 3 Hasil Seleksi Epitope MHC I dari protein target	49
Tabel 4. 4 Hasil Seleksi Epitope MHC II dari protein target	54
Tabel 4. 5 Hasil Seleksi Epitope MHC Sel B dari protein target	60
Tabel 4. 6 Hasil Konstruksi Akhir Desain Vaksin Multi-epitope Malaria Plasmodium vivax	65
Tabel 4. 7 Karakteristik Fisikokimia dan Immunologis Konstruksi vaksin	67
Tabel 4. 8 Cakupan Populasi Epitope MHC I terhadap Populasi di Dunia	68
Tabel 4. 9 Cakupan populasi Epitope MHC II terhadap Populasi di	68
Tabel 4. 10 Hasil Docking Haddock	72

DAFTAR SINGKATAN



The logo of Universitas Pertaahanan Republik Indonesia is a circular emblem. It features a blue outer ring with the text 'UNIVERSITAS PERTAHANAN' at the top and 'REPUBLIK INDONESIA' at the bottom, separated by two white dots. Inside the ring is a red field with a white horizontal stripe. Overlaid on this is a white open book with the Garuda Pancasila emblem on its cover. A gold quill pen is positioned diagonally across the book. A red ribbon banner at the bottom of the emblem contains the motto 'PRADITYA - WIRATAMA - NAGARA BHAKTI' in white capital letters.

APC	: <i>Antigen Presenting Cell</i>
BCR	: <i>B-Cell Receptors</i>
CAI	: <i>Codon Adaptation Index</i>
CD25	: <i>Cluster of Differentiation 25</i>
CSP	: <i>Circumsporozoite Protein</i>
CTL	: <i>Cytotoxic T Cells</i>
FXII	: <i>Faktor XII</i>
FDA	: <i>Food and Drug Administration</i>
G6PD	: <i>Glukosa-6-fosfat dehidrogenase</i>
HLA	: <i>Human Leukocyte Antigens</i>
HTL	: <i>Helper T Cells</i>
IEBD	: <i>Immune Epitope Database</i>
IgG	: <i>Imunoglobulin G</i>
IgM	: <i>Imunoglobulin M</i>
IFN	: <i>Interferon</i>
IL-4	: <i>Interleukin-4</i>
IL-5	: <i>Interleukin-5</i>
IL-10	: <i>Interleukin-10</i>
IL-13	: <i>Interleukin-13</i>
ILC	: <i>Innate Lymphoid Cells</i>
MCS	: <i>Multiple Cloning Site</i>
MBL	: <i>Mannose-Binding Lectin</i>
NCBI	: <i>National Center of Biotechnology Information</i>
NK Cell	: <i>Natural Killer Cell</i>
PDB	: <i>Protein Data Bank</i>
pTM	: <i>Predicted Template Modeling</i>
pLDDT	: <i>Predicted Local Distance Difference Test</i>
TCR	: <i>T-Cell Receptor</i>
Th1	: <i>T helper tipe 1</i>

Th2 : *T helper tipe 2*
Th17 : *T helper tipe 17*
TLR : *Toll Like Reseptor*
TNF- β : *tumor necrosis factor β*
WHO : *World Health Organization*

