

DESAIN VAKSIN MULTIEPITOP *MONKEYPOX* BERBASIS IMUNOINFORMATIKA SEBAGAI PENGEMBANGAN KANDIDAT VAKSIN DI INDONESIA

AILSAYU ADRIYANTI



**DEPARTEMEN BIOKIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Desain Vaksin Multiepitop *Monkeypox* berbasis Imunoinformatika sebagai Pengembangan Kandidat Vaksin di Indonesia” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2026

Ailsa Ayu Adriyanti
G8401221064



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



ABSTRAK

AILSAYU ADRIYANTI. Desain Vaksin Multiepitop *Monkeypox* berbasis Immunoinformatika sebagai Pengembangan Kandidat Vaksin di Indonesia. Dibimbing oleh RINI KURNIASIH dan I MADE ARTIKA.

Monkeypox (Mpox) merupakan penyakit zoonosis yang disebabkan oleh virus *Monkeypox* (MPXV) dan telah menjadi darurat kesehatan global. Hingga saat ini belum tersedia vaksin yang dikembangkan khusus untuk MPXV, terutama di Indonesia. Penelitian ini bertujuan merancang kandidat vaksin multiepitop berbasis imunoinformatika serta menyesuaikannya dengan profil alel HLA dominan di Indonesia. Melalui metode imunoinformatika, dilakukan karakterisasi protein, prediksi dan seleksi epitop, desain vaksin, pemodelan 3D, *molecular docking*, dan imunosimulasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa protein H3L merupakan antigen unggul. Vaksin desain yang tersusun atas 353 asam amino bersifat stabil, hidrofilik, non-alergenik, dan non-toksik. *Population coverage* terhadap populasi Indonesia mencapai 99,45%. Vaksin menunjukkan afinitas tinggi terhadap TLR3 dan TLR4, serta mampu menginduksi respons imun humoral dan seluler yang kuat dalam simulasi. Vaksin multiepitop berbasis imunoinformatika yang dirancang berpotensi menjadi kandidat vaksin MPXV yang efektif dan aman untuk populasi Indonesia, namun masih memerlukan validasi eksperimental lebih lanjut.

Kata kunci: *Monkeypox*, vaksin multiepitop, imunoinformatika, H3L, Indonesia

ABSTRACT

AILSAYU ADRIYANTI. Immunoinformatics-Based Design of a *Monkeypox* Multiepitope Vaccine for the Development of a Vaccine Candidate in Indonesia. Supervised by RINI KURNIASIH and I MADE ARTIKA.

Monkeypox (Mpox) is a zoonotic disease caused by the *Monkeypox* virus (MPXV) and has become a global health emergency. To date, no vaccine specifically developed for MPXV is available, particularly in Indonesia. This study aimed to design a multiepitope vaccine candidate based on immunoinformatics while adapting it to the dominant HLA allele profile of the Indonesian population. Using immunoinformatics methods, protein characterization, epitope prediction and selection, vaccine design, 3D modeling, molecular docking, and immunosimulation were performed. The results showed that the H3L protein was the superior antigen. The designed vaccine, composed of 353 amino acids, was stable, hydrophilic, non-allergenic, and non-toxic. Population coverage for the Indonesian population reached 99.45%. The vaccine demonstrated high affinity for TLR3 and TLR4 and was able to induce strong humoral and cellular immune responses in the simulation. The immunoinformatics-based multiepitope vaccine designed in this study has the potential to be an effective and safe MPXV vaccine candidate for the Indonesian population, although further experimental validation is still required.

Keywords: *Monkeypox*, multiepitope vaccine, immunoinformatics, H3L, Indonesia



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2026
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

DESAIN VAKSIN MULTIEPITOP *MONKEYPOX* BERBASIS IMUNOINFORMATIKA SEBAGAI PENGEMBANGAN KANDIDAT VAKSIN DI INDONESIA

AILSА АYU ADRIYANTI

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana pada
Program Studi Biokimia

**DEPARTEMEN BIOKIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Ukhradiya Magharaniq Safira P., S.Si., M.Si.
- 2 Dr. dr. Husnawati, S.Ked., M.Si.

Perpustakaan IPB University



Judul Skripsi : Desain Vaksin Multiepitop *Monkeypox* berbasis Imunoinformatika sebagai Pengembangan Kandidat Vaksin di Indonesia

Nama : Ailsa Ayu Adriyanti

NIM : G8401221064

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Rini Kurniasih, S.Si., M.Si.
NIP. 199201062024062001

Pembimbing 2:

Prof. Dr. Ir. I Made Artika, M.App.Sc.
NIP. 196301171989031001

Diketahui oleh

Ketua Departemen Biokimia:

Prof. Dr. Mega Safithri, S.Si., M.Si.
NIP. 197709152005012002

Tanggal Ujian:
13 Juli 2026

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Perpustakaan IPB University



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul “Desain Vaksin Multiepitop *Monkeypox* berbasis Immunoinformatika sebagai Pengembangan Kandidat Vaksin di Indonesia” ini dapat diselesaikan dengan durasi penelitiannya yang dilaksanakan sejak bulan Oktober 2025 sampai bulan Januari 2026.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Ibu Rini Kurniasih, S.Si., M.Si. selaku dosen pembimbing pertama atas arahannya, bimbingannya, waktu yang diluangkannya, serta segala pengertiannya selama proses penyusunan tugas akhir. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Prof. Dr. Ir. I Made Artika, M.App.Sc. selaku dosen pembimbing kedua atas ilmu yang diberikan dan waktu yang telah diluangkan. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada Ibu Yulianti dan Bapak Supriyatno selaku kedua orang tua penulis yang selalu memberikan kasih sayang, doa, dan dukungannya tanpa henti di setiap langkah penulis. Terima kasih juga kepada Alif Rizky Riyandi selaku kakak penulis atas dukungannya selama penulis menempuh pendidikan, serta terima kasih kepada (Alm.) Bapak Sayono selaku kakek penulis yang telah menjadi bagian hidup penulis selama 18 tahun, terima kasih telah menjadi motivasi penulis untuk dapat menuntaskan tugas akhir ini sehingga tulisan ini juga penulis persembahkan untuk beliau. Terima kasih juga untuk seluruh keluarga yang tidak dapat disebutkan satu persatu, tetapi selalu mengiringi penulis dengan doa dan harapannya.

Terima kasih penulis ucapkan untuk teman-teman yang telah berjuang bersama dengan penulis di Biokimia (Yasmin, Anggie, Fatimah), terima kasih atas segala bantuannya, segala informasi yang diberikan selama menempuh pendidikan, dan atas kesediaannya untuk selalu mendengarkan keluh kesah penulis. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada 420 (Firna dan Futu) yang telah menjadi teman penulis sejak di asrama hingga pindah ke satu tempat kos yang sama, menjalani keseharian bersama, dan berbagi canda tawa. Tak lupa juga penulis ucapkan terima kasih kepada Anak Pa Arif (Eliza, Naura, Fadlan, Laila, Wyta, Jodi, Cahya, dan Fio) yang telah mewarnai masa kuliah penulis di tahun pertama dan tetap menemani penulis di akhir masa perkuliahan. Terima kasih juga kepada teman-teman Biokimia 59 yang telah memberikan dukungan secara langsung maupun tak langsung, dan kepada seluruh pihak yang berada di balik perjalanan penulis dalam menyusun tugas akhir ini, penulis ucapkan terima kasih.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini hanya sebagian kecil dari kisah hidup penulis. Mungkin perjalanannya tidak mudah, tetapi banyak hal-hal lain yang penulis syukuri selama prosesnya. Harapannya, semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi penelitian terkait.

Bogor, Juli 2026

Ailsa Ayu Adriyanti



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	x
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Hipotesis	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Virus <i>Monkeypox</i> (MPXV)	3
2.2 Mekanisme Virulensi <i>Monkeypox</i>	5
2.3 Vaksin	6
2.4 Immunoinformatika	9
III METODE	12
3.1 Waktu dan Tempat	12
3.2 Alat dan Bahan	12
3.3 Prosedur Kerja	12
IV HASIL	15
4.1 Karakterisasi Protein Antigen	15
4.2 Prediksi dan Seleksi Epitop Sel B & Sel T	15
4.3 Karakteristik Vaksin Desain	17
4.4 Pemodelan Struktur Tiga Dimensi Vaksin Desain	19
4.5 <i>Molecular Docking</i> Vaksin Desain	21
4.6 <i>Immunosimulation</i>	23
V PEMBAHASAN	25
5.1 Karakterisasi Protein Antigen	25
5.2 Prediksi dan Seleksi Epitop Sel B & Sel T	26
5.3 Karakteristik Desain Vaksin	27
5.4 Prediksi Struktur Tiga Dimensi Vaksin Desain	29
5.5 <i>Molecular Docking</i>	31
5.6 <i>Immunosimulation</i>	32
VI SIMPULAN DAN SARAN	35
6.1 Simpulan	35
6.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN	40



DAFTAR TABEL

1	Perbandingan antara vaksinologi konvensional dengan reverse vaccinology	11
2	Karakterisasi protein antigen target	15
3	Prediksi epitop sel B	16
4	Prediksi epitop CTL (MHC Kelas I)	16
5	Prediksi epitop HTL (MHC Kelas II)	17
6	Hasil population coverage di Indonesia	18
7	Sifat fisikokimia vaksin desain	18
8	Perbandingan Plot Ramachandran model tiga dimensi vaksin desain sebelum dan setelah <i>refinement</i>	19
9	Analisis struktur vaksin desain sebelum dan sesudah <i>refinement</i>	20

DAFTAR GAMBAR

1	Pola penularan infeksi MPXV	4
2	Struktur tubuh MPXV	4
3	Peta genom MPXV	5
4	Mekanisme infeksi MPXV	6
5	Jenis-jenis vaksin	7
6	Perbedaan metode vaksinologi konvensional dengan reverse vaccinology	10
7	Sekuens vaksin desain	18
8	Plot Ramachandran vaksin desain (a), plot Ramachandran vaksin desain setelah <i>refinement</i> (b), <i>superimposed</i> model vaksin desain (c)	20
9	Struktur sekunder vaksin desain	21
10	Ringkasan interaksi TLR 3 dengan vaksin desain (a), pemetaan rinci interaksi TLR 3 dengan vaksin desain (b); TLR 3 direpresentasikan oleh Chain A, serta vaksin desain oleh Chain B	21
11	Ringkasan interaksi TLR 4 dengan vaksin desain (a), pemetaan rinci interaksi TLR 4 dengan vaksin desain (b); TLR 4 direpresentasikan oleh Chain A, serta vaksin desain oleh Chain B	22
12	Visualisasi model 3D interaksi TLR 3 dengan vaksin (a), visualisasi model 3D interaksi TLR 4 dengan vaksin (b)	23
13	Grafik <i>immunosimulation</i> , jumlah produksi antibodi (a), populasi sel B (b), populasi sel T <i>helper</i> (c), populasi sel T sitotoksik (d), populasi sel dendritik (e), jumlah produksi sitokin (f)	24

DAFTAR LAMPIRAN

1	Diagram Alir Penelitian	40
2	Prediksi Epitop Sel B	41
3	Prediksi Epitop CTL (<i>Cytotoxic T Lymphocytes</i>)	41
4	Prediksi Epitop HTL (<i>Helper T Lymphocytes</i>)	43