

KARAKTERISASI KULTUR SEL GINJAL TERTRANSFORMASI ASAL MONYET EKOR PANJANG (*Macaca fascicularis*) SEBAGAI KANDIDAT MODEL IN VITRO

GITA IFTITAH RENITIA



**PROGRAM STUDI PRIMATOLOGI
SEKOLAH PASCASARJANA
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 TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis berjudul “Karaterisasi Kultur Sel Ginjal Tertransformasi asal Monyet Ekor Panjang (*Macaca fascicularis*) sebagai Kandidat Model In Vitro” adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apapun 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 tesis ini.

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

Bogor, Agustus 2026

Gita Iftitah Renitia
P0503231003



@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.

RINGKASAN

GITA IFTITAH RENITIA. Karakterisasi Kultur Sel Ginjal Tertransformasi asal Monyet Ekor Panjang (*Macaca fascicularis*) sebagai Kandidat Model In Vitro. Dibimbing oleh HUDAS. DARUSMAN dan SELA S. MARIYA.

Sel Vero banyak digunakan untuk produksi vaksin dan sebagai model in vitro dalam pengujian obat pada penelitian biomedis. Sel ini diperoleh dari monyet hijau Afrika (*African green monkey*). Monyet ekor panjang Indonesia (*Macaca fascicularis*; Mf) memiliki kesamaan taksonomi dan fisiologi dengan monyet hijau Afrika, sehingga berpotensi menjadi sumber alternatif untuk pengembangan model berbasis sel. Pada penelitian sebelumnya, sel ginjal MEP tertransformasi berhasil dikembangkan. Namun, karakteristik sel tersebut belum dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi dan mengkarakterisasi secara komprehensif profil ekspresi gen pada sel ginjal MEP tertransformasi. Ekspresi gen *CD46*, *CD155*, *endosialin*, *vWF*, *PCNA*, *CD24*, dan *P53* diidentifikasi melalui *PCR* dan dievaluasi menggunakan *RT-qPCR* pada sel ginjal normal, sel ginjal MEP tertransformasi, dan sel Vero. Ekspresi *CD46*, *CD155*, *endosialin*, *vWF*, *PCNA*, dan *CD24* mengalami peningkatan pada sel ginjal MEP tertransformasi maupun sel Vero dibandingkan dengan sel ginjal normal. Sebaliknya, ekspresi *P53* mengalami penurunan pada kedua jenis sel tersebut dibandingkan dengan sel ginjal normal. Temuan ini menunjukkan bahwa sel ginjal MEP tertransformasi berpotensi menjadi alternatif sel Vero, khususnya untuk produksi vaksin dan sebagai model *in vitro* dalam berbagai aplikasi penelitian biomedis.

Kata kunci: Monyet ekor panjang, model *in vitro*, kultur sel ginjal tertransformasi, pengembangan vaksin.



SUMMARY

GITA IFTITAH RENITIA. Characterization of Transformed Kidney Cell Culture from Long-Tailed Macaque (*Macaca fascicularis*) as a Candidate for In Vitro Model. Supervised by HUDA S. DARUSMAN dan SELA S. MARIYA.

Vero cells are widely used for vaccine production and in vitro models for drug testing in biomedical research and are derived from the African green monkey. The Indonesian cynomolgus monkey (Macaca fascicularis; Mf) has taxonomic and physiological similarities with african green monkey, making it a potential alternative source for cell-based models. Our previous study successfully established transformed kidney cells from Mf. However, these characteristics have not been fully characterized. The aimed of this study to comprehensively identification and characterize the gene expression profile of transformed Mf kidney cells. The expression of the CD46, CD155, Endosialin, vWF, PCNA, CD24, and p53 genes was analyzed using real-time polymerase chain reaction (RT-qPCR) and visualized by agarose gel electrophoresis following PCR amplification in normal kidney cells, transformed Mf kidney cells, and Vero cells. All target genes have been identified in transformed Mf kidney cells. The CD46, CD155, endosialin, vWF, PCNA, and CD24 were upregulated in both transformed Mf kidney cells and Vero cells compared to normal kidney cells. In contrast, p53 expression was downregulated in both cell types relative to normal controls. These findings suggest that transformed Mf kidney cells may serve as a potential alternative to Vero cells, particularly for vaccine production and in vitro model in biomedical applications.

Keywords: *Cynomolgus monkey, in vitro model, transformed Kidney cell culture, vaccine development*



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.



@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.

**KARAKTERISASI KULTUR SEL GINJAL
TERTRANSFORMASI ASAL MONYET EKOR PANJANG
(*Macaca fascicularis*) SEBAGAI KANDIDAT MODEL
IN VITRO**

GITA IFTITAH RENITIA

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains
pada
Program Studi Primatologi

**PROGRAM STUDI PRIMATOLOGI
SEKOLAH PASCASARJANA
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.

IPB University

Penguji pada Ujian Tesis:
Dr. drh. Putri Reno Intan, M.Si.



Judul : Karakterisasi Kultur Sel Ginjal Tertransformasi Asal Monyet Ekor Panjang
(*Macaca fascicularis*) Sebagai Kandidat Model In Vitro
Nama : Gita Ifitah Renitia
NIM : P0503231003

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan 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.

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. drh. Huda S. Darusman, M.Si.

Pembimbing 2:
Dr. Sela Septima Mariya, S.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. drh. Huda S. Darusman, M.Si.
NIP 197906222005011001

Dekan Sekolah Pascasarjana:
Prof. Dr. Ir. Yusli Wardiatno, M.Sc.
NIP 196607281991031002



@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.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir untuk menyelesaikan studi magister Primatologi berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian dilaksanakan sejak bulan Februari hingga November 2025 ini ialah biomedis, dan biologi dengan judul “Karakterisasi Kultur Sel Ginjal Tertransformasi asal Monyet Ekor Panjang (*Macaca fascicularis*) sebagai Kandidat Model In Vitro”.

Terima kasih penulis sampaikan kepada Prof. Dr. drh. Huda Shalahudin Darusman, M.Si., selaku Ketua Komisi Pembimbing dan Dr. Sela Septima Mariya, S.Si., selaku Anggota Komisi Pembimbing yang telah bersabar dan melapangkan hati dalam membimbing, memberi semangat dan memotivasi, saran serta arahnya kepada penulis menyelesaikan seluruh rangkaian tugas akhir. Ucapan Terimakasih juga Dr. Silmi Mariya, S.Si., M.Si., selaku Kepala Program Biomedis, yang telah membimbing dan memberikan arahan saran masukkan selama penelitian. Ucapan terima kasih Dr. Uus Saepuloh, S.Si., M.Biomed., selaku Kepala Program Bioteknologi, telah memberikan arahan selama penelitian. Ucapan terima kasih Dr. Lis Rosmanah, M.Si., selaku sekretaris Program Studi Primatologi yang telah memberikan motivasi kepada penulis untuk menyelesaikan studi. Terima kasih Prof. Dr. Sunarno, M.Si, Med., selaku Kepala Pusat Riset Biomedis BRIN yang telah memberikan semangat kepada penulis untuk menyelesaikan studi.

Penelitian ini didukung oleh Direktorat Jenderal Riset dan Pengembangan, Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi melalui Program Sinergi berdasarkan perjanjian Pelaksanaan Program Nomor 269/KWT/C.C4/PPK.DHK/IX/2025. Penulis ucapkan terima kasih kepada Pusat Studi Satwa Primata yang telah memfasilitasi pelaksanaan penelitian ini melalui penyediaan sarana, prasarana, serta dukungan teknis yang sangat membantu kelancaran seluruh rangkaian kegiatan penelitian serta kepada staff Laboratorium Mikrobiologi (Iin Indriawati, S.Si, M.Si., Hepy Dayana) dan Staff Bioteknologi (Ellis Dwi Ayuningsih, S.Si, Alysa Kamira Kurniani Tirta, S.Si, M.Si) yang telah memberikan dukungan kepada penulis selama proses penelitian. Kepada Ibu Nurjayanti selaku tenaga kependidikan Program Studi Primatologi yang telah membantu administrasi selama pendidikan. Kepada apt. Mila Jamilah Firman, S.Si., selaku owner Apotek tempat penulis bekerja yang telah mengizinkan penulis menempuh pendidikan.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada keluarga tercinta, Babah Wibowo, S.KM., M.Kes. dan Mama Widyati Yunita, A.Md.Kes., yang tidak pernah lelah memberikan doa, kasih sayang, semangat, nasihat, serta dukungan tanpa henti kepada penulis. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Mas Ibrahim Purdanta Melliando, S.Tr.Kes. dan Adik Khoiron Paciegro Bahrian, S.Tr.Pi., yang selalu hadir dengan perhatian, dukungan, motivasi, serta canda tawa yang menghibur. Terima kasih telah selalu menjadi tempat pulang, sumber kekuatan, dan penyemangat dalam setiap proses hingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.

Semoga penelitian ini bermanfaat bagi penulis dan pihak yang membutuhkan.

Bogor, Agustus 2026

Gita Iftitah Renitia



@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

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Kerangka Berpikir	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Kultur Sel	3
2.2 Monyet Ekor Panjang (<i>Macaca fascicularis</i>)	4
2.3 Marker Karakteristik Kultur Sel Ginjal	6
2.3.1 <i>Cluster of Different</i> (CD) 46	6
2.3.2 <i>Cluster of Different</i> (CD) 155	7
2.3.3 Endosialin	8
2.3.4 <i>von Willebrand Factor</i> (VWF)	9
2.3.5 <i>Cluster of Different</i> (CD) 24	10
2.3.6 <i>Proliferating Cell Nuclear Antigen</i> (PCNA)	11
2.3.7 Protein 53	12
2.4 <i>Polymerase Chain Reaction</i> (PCR)	13
2.5 <i>Reverse Transcription Quantitative Polymerase Chain Reaction</i> (RT-qPCR)	13
III. METODE	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	15
3.2 Alat dan Bahan	15
3.3 Diagram Alir Penelitian	15
3.4 Prosedur Penelitian	15
3.4.1 Koleksi Sampel Sel	16
3.4.2 Kultur Sel Ginjal MEP Tertransformasi	16
3.4.3 Ekstraksi mRNA	17
3.4.4 Sintesis Complementary DNA	17
3.4.5 Deteksi Gen Dengan Teknik PCR	17
3.4.6 Realtime Polymerase Chain Reaction (RT-qPCR)	18
3.5 Analisis Data	18
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Morfologi Kultur Sel Ginjal MEP Tertransformasi	19
4.2 Population Doubling Time (PDT)	20
4.3 Konsentrasi RNA sel ginjal MEP tertransformasi	21
4.4 Identifikasi Gen dengan amplifikasi cDNA Teknik PCR	22
4.5 Ekspresi Gen menggunakan RT-qPCR	25
V. SIMPULAN DAN SARAN	27
5.1 Simpulan	27
5.2 Saran	27

DAFTAR PUSTAKA	28
LAMPIRAN	38
RIWAYAT HIDUP	41

- 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 TABEL

1. Primer RT-qPCR Ekspresi Gen Sel Ginjal MEP	18
2. Konsentrasi RNA Sel Ginjal MEP Tertransformasi	22

DAFTAR GAMBAR

1. Kerangka Berpikir penelitian Karakterisasi Kultur Sel Ginjal Tertransformasi Asal Monyet Ekor Panjang (<i>Macaca fascicularis</i>) Sebagai Kandidat Model In Vitro	2
2. Morfologi kultur sel epitel yang tumbuh sebagai monolayer	3
3. Morfologi kultur sel vero dengan membentuk monolayer dengan karakteristik menyerupai sel epitel	4
4. <i>Macaca fascicularis</i> sebagai salah satu primata yang banyak digunakan dalam penelitian biomedis	5
5. Struktur Protein <i>CD46</i> dalam 3 Dimensi	6
6. Struktur Protein <i>CD155</i>	7
7. Protein Endosialin	8
8. Protein <i>von Willebrand Factor</i>	9
9. Gen <i>CD24</i>	10
10. Protein <i>PCNA</i>	10
11. Protein 53	12
12. Prinsip Reaksi Realtime PCR	124
13. Diagram Alir Penelitian	15
14. Morfologi sel Ginjal MEP tertransformasi yang ditumbuhkan	20
15. Grafik PDT Kultur Sel Ginjal MEP Tertransformasi dengan Adenovirus	20
16. Hasil elektrofesis gen <i>CD46</i> (a) dan <i>CD155</i> (b) yang menunjukkan hasil amplifikasi pada sel ginjal MEP tertransformasi, sel Vero, dan sel ginjal normal.	23
17. Amplifikasi gen endosialin dan vWF, sebagai penanda sel ginjal, teridentifikasi pada sel ginjal MEP tertransformasi, sel Vero, dan sel ginjal normal.	23
18. Visualisasi gel agarosa hasil amplifikasi gen <i>CD24</i> , <i>PCNA</i> , dan <i>P53</i> pada sampel sel ginjal MEP tertransformasi, sel Vero, dan sel ginjal normal.	25
19. Profil ekspresi gen <i>P53</i> , <i>vWF</i> , <i>endosialin</i> , <i>CD46</i> , <i>CD155</i> , <i>PCNA</i> , dan <i>CD24</i> pada sel Vero, sel ginjal MEP tertransformasi, dan sel ginjal normal.	26

DAFTAR LAMPIRAN

1. Pengembangan sel ginjal asal MEP	39
2. Prosedur Ekstraksi RNA	39
3. Alat yang akan digunakan pada penelitian ini	40



@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.