



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

**KARAKTERISASI VIRULENSI, *MULTIDRUGS RESISTANCE*, DAN
EVALUASI IMUNOGLOBULIN Y (IgY) SEBAGAI IMUNOTERAPI
TERHADAP *Escherichia coli* ISOLAT *Macaca fascicularis* PENDERITA
DIARE DI PENANGKARAN**

MUHAMMAD FARID RIZAL



**PROGRAM STUDI PRIMATOLOGI
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

- 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



@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 DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini Saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul “Karakterisasi Virulensi, *Multidrug resistance*, dan Evaluasi Immunoglobulin Y (IgY) Sebagai Immunoterapi Terhadap *Escherichia coli* Isolat *Macaca fascicularis* Penderita Diare di Penangkaran” 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 dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir disertasi ini.

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

Bogor, Juli 2025

Muhammad Farid Rizal



@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

MUHAMMAD FARID RIZAL. Karakterisasi Virulensi, *Multidrug resistance*, dan Evaluasi Imunoglobulin Y (IgY) Sebagai Imunoterapi Terhadap *Escherichia coli* Isolat *Macaca fascicularis* Penderita Diare di Penangkaran. Dibimbing oleh I WAYAN T WIBAWAN, HUDA S DARUSMAN, JOKO PAMUNGKAS dan ROOSTITA L.BALIA.

Disertasi ini mengkaji faktor virulensi dan pola *multidrug resistance* *Escherichia coli* (*E. coli*) sebagai salah satu penyebab utama diare pada *Macaca fascicularis* (*M. fascicularis*) yang dipelihara dalam penangkaran, serta mengeksplorasi potensi IgY sebagai kandidat imunoterapi pasif untuk mengatasi infeksi tersebut. *Macaca fascicularis*, merupakan hewan model penting dalam studi biomedis karena kedekatan genetiknya dengan manusia. Namun, dalam sistem penangkaran, diare yang disebabkan oleh *E. coli* menjadi masalah kesehatan utama yang berimplikasi serius terhadap kesejahteraan hewan dan keberlangsungan penelitian. Studi ini mencakup tiga aspek utama, yakni 1. karakterisasi faktor virulensi, 2. evaluasi pola *multidrug resistance* (MDR), dan 3. pengembangan IgY anti-*E. coli*. Karakterisasi terhadap 30 isolat *E. coli* menunjukkan bahwa sebagian besar isolat memiliki kemampuan hemolitik (80%) menghasilkan α -hemolisin dan (6,67%) menghasilkan γ -hemolisin), kemampuan hemaglutinasi tinggi terhadap eritrosit kelinci (90%) dan sapi (70%), serta sebagian kecil menunjukkan sifat hidrofobik permukaan (6,67%). Temuan ini menegaskan bahwa isolat *E. coli* yang berasal dari *M. fascicularis* memiliki profil virulensi yang kompleks dan signifikan, yang mendukung potensinya sebagai agen patogen penyebab diare. Selanjutnya, evaluasi resistensi antibiotik menunjukkan seluruh isolat *E. coli* memiliki profil resistensi terhadap satu atau lebih antibiotik yang diuji. Resistensi tertinggi ditemukan terhadap streptomisin (56,7%), sulfametoksazol-trimetoprim (33,3%), dan doksisisiklin (26,7%), dengan sebagian isolat menunjukkan resistensi terhadap lebih dari tiga kelas antibiotik, mengindikasikan pola MDR yang memprihatinkan. Data ini memperkuat urgensi pengembangan terapi alternatif, mengingat risiko penyebaran resistensi antimikroba lintas spesies dan keterbatasan efektivitas antibiotik konvensional.

Pada upaya pengembangan terapi alternatif, dilakukan imunisasi pada ayam menggunakan isolat *E. coli* yang diinaktivasi dengan formalin dan pemanasan pada suhu 90°C untuk menghasilkan IgY anti-*E. coli* yang spesifik. Vaksinasi ini berhasil menginduksi antibodi IgY baik pada serum maupun kuning telur. Analisis protein menggunakan SDS-PAGE mengidentifikasi adanya rantai berat 65 kDa dan rantai ringan 26 kDa. *Western blotting* berbagai preparasi antigen *E. coli* dengan IgY spesifik mendeteksi antigen homolog dengan berat molekul 29 kDa dan mengungkapkan pengenalan protein adhesin *E. coli* sekitar 29 kDa, yang diduga berperan dalam proses adhesi.

Dalam uji efikasi *in vitro*, pemberian IgY spesifik mampu menghambat pertumbuhan *E. coli* dalam media *Brain Heart infusion* (BHI), menunjukkan kemampuan IgY sebagai inhibitor dan aglutinin. Dalam uji *in vivo*, pemberian IgY spesifik meningkatkan aktivitas dan kapasitas fagositosis, yang menunjukkan bahwa IgY berfungsi sebagai opsonin. Dengan demikian, disertasi ini menyimpulkan bahwa kombinasi karakterisasi virulensi, pemetaan resistensi



antibiotik, dan pengembangan imunoterapi berbasis IgY merupakan strategi komprehensif dengan potensi aplikasi dalam mengendalikan diare yang disebabkan *E. coli* pada *M. fascicularis*. Hasil penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada manajemen kesehatan primata dalam penangkaran tetapi juga menawarkan potensi signifikan untuk pengembangan antibodi alternatif yang ramah lingkungan dan berkelanjutan dalam mengatasi krisis resistensi antimikroba global.

Kata Kunci: *Escherichia coli*, *Macaca fascicularis*, diare, *multidrugresistance* (MDR), Imunoglobulin Y.

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.

SUMMARY

MUHAMMAD FARID RIZAL. Characterization of Virulence, Multidrug resistance, and Evaluation of Immunoglobulin Y (IgY) as Immunotherapy Against *Escherichia coli* Isolated *Macaca fascicularis* Suffering from Diarrhea in Captivity. Supervised by I WAYAN T WIBAWAN, HUDA S DARUSMAN, JOKO PAMUNGKAS dan ROOSTITA L. BALIA.

This dissertation comprehensively examines virulence factor and multidrug resistance pattern *Escherichia coli* (*E. coli*) infection as the main cause of diarrhea in *Macaca fascicularis* (*M. fascicularis*) kept in captivity, and explores the potential of IgY as a candidate for passive immunotherapy to overcome this infection. *Macaca fascicularis*, or long-tailed monkeys, are important animal models in biomedical studies because of their genetic closeness to humans. However, in captive systems, diarrhea caused by *E. coli* is a major health problem that has serious implications for animal welfare and research sustainability. This study covers three main aspects, namely characterization of virulence factors, evaluation of multidrug resistance (MDR) patterns, and development of *anti-E. coli* IgY.

Characterization of 30 *E. coli* isolates showed that most isolates had hemolytic ability (80% produced α -hemolysin), high hemagglutination ability against rabbit erythrocytes (90%) and cows (70%), and a small portion showed surface hydrophobic properties (6.67%). These findings confirm that *E. coli* isolates derived from *M. fascicularis* have a complex and significant virulence profile, which supports its potential as a pathogenic agent causing diarrhea. Furthermore, antibiotic resistance evaluation showed that all *E. coli* isolates had a resistance profile to one or more antibiotics tested. The highest resistance was found to streptomycin (56.7%), sulfamethoxazole-trimethoprim (33.3%), and doxycycline (26.7%), with some isolates showing resistance to more than three classes of antibiotics, indicating a concerning MDR pattern. These data reinforce the urgency of developing alternative therapies, given the risk of spreading antimicrobial resistance across species and the limited effectiveness of conventional antibiotics.

In an effort to develop alternative therapies, immunization was carried out in chickens using *E. coli* isolates inactivated with formalin and by heating at 90°C to produce specific anti-*E. coli* IgY. This vaccination successfully induced IgY antibodies both in serum and egg yolk. Protein analysis using SDS-PAGE identified the presence of a 65 kDa heavy chain and a 26 kDa light chain. Western blotting of various *E. coli* antigen preparations with specific IgY detected a homologous antigen with a molecular weight of 29 kDa and revealed recognition of an *E. coli* adhesin protein of approximately 29 kDa, which is suspected to play a role in the adhesion process.

In *in vitro* efficacy tests, the administration of specific IgY was able to inhibit *E. coli* growth in (Brain heart infusion agar) BHI media, demonstrating the IgY's capability as an inhibitor and agglutinin. In *in vivo* tests, the administration of specific IgY enhanced phagocytic activity and capacity, indicating that IgY functions as an opsonin. Thus, this dissertation concludes that the combination of virulence characterization, antibiotic resistance mapping, and the development of IgY-based immunotherapy represents a comprehensive strategy with potential application in controlling *E. coli* induced diarrhea in *M. fascicularis*. Research result contribute not only to the health management of captive primates but also offer significant potential for the development of environmentally friendly and

sustainable alternative antibodies in addressing the global antimicrobial resistance crisis.

Keywords: *Escherichia coli*, *Macaca fascicularis*, diarrhea, multi-drug resistance (MDR), Immunoglobulin Y (IgY).

@Hak cipta milik IPB University

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 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.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
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

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

**KARAKTERISASI VIRULENSI, *MULTIDRUGS RESISTANCE*, DAN
EVALUASI IMUNOGLOBULIN Y (IgY) SEBAGAI IMUNOTERAPI
TERHADAP *Escherichia coli* ISOLAT *Macaca fascicularis* PENDERITA
DIARE DI PENANGKARAN**

MUHAMMAD FARID RIZAL

Disertasi
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor pada
Program Studi Primatologi

**PROGRAM STUDI PRIMATOLOGI
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi

1. Dr. Maryati Surya, S.Si., M.Si
2. Prof.Dr.rer.nat. Ir. Suseno Amien

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi

1. Dr. Maryati Surya, S.Si., M.Si
2. Prof. Dr.rer.nat. Ir. Suseno Amien



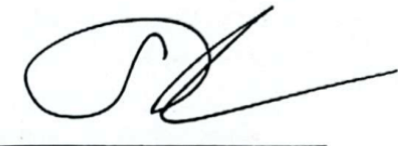
Judul : Karakterisasi Virulensi, Resistensi *Multidrug resistance*, dan Evaluasi
Imunoglobulin Y (IgY) Sebagai Imunoterapi Terhadap *Escherichia coli* Isolat *Macaca fascicularis* Penderita Diare di Penangkaran.
Nama : Muhammad Farid Rizal
NIM : P0603212003

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. drh. I Wayan Teguh Wibawan, MS



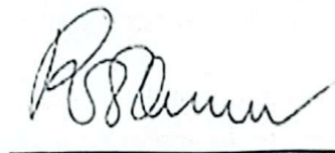
Pembimbing 2:
Prof. Dr. drh. Huda Salahudin Darusman, M.Si



Pembimbing 3:
Dr. drh. Joko Pamungkas, M.Sc



Pembimbing 4:
Prof. drh. Roostita L. Balia, M.App.Sc. Ph.D



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. drh. Huda Salahudin Darusman, M.Si
NIP. 19790622 2005011001



Dekan Sekolah Pascasarjana IPB:
Prof. Dr. Ir. Dodik Ridho Nurrochmat, M.Sc.F.Trop.,IPU
NIP. 197003291996081001



Tanggal Ujian Tertutup : 23 Juni 2025

Tanggal Lulus: 12 AUG 2025

Tanggal Ujian Terbuka : 7 Juli 2025



@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



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada semesta alam atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Juni 2024 hingga bulan Desember 2024 ini ialah upaya untuk profilaksis *Escherichia coli* penyebab diare pada *Macaca fascicularis* dengan judul “ Karakterisasi Virulensi, *Multidrug resistance*, dan Evaluasi Imunoglobulin Y (IgY) Sebagai Imunoterapi Terhadap *Escherichia coli* Isolat *Macaca fascicularis* Penderita Diare di Penangkaran”

Terima kasih penulis ucapkan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Sang Pencipta semesta alam dan segala makhluk, atas segala berkat dan karunia-Nya yang telah dilimpahkan sehingga penulis dapat menyelesaikan amanah studi ini dengan baik;
2. Prof. Dr. drh. I Wayan Teguh Wibawan, M.S. selaku promotor yang telah mengajarkan dan memberi bimbingan serta ilmunya kepada penulis, baik ilmu terkait dengan bidang yang sedang penulis geluti maupun ilmu kehidupan yang selalu mengingatkan penulis kepada filosofi kehidupan dan kebenaran;
3. Prof. Dr. drh. Huda S. Darusman., Msi., Dr. drh. Joko Pamungkas, M.Sc., Prof. drh. Roostita L. Balia, M.App.Sci.PhD selaku CO Promotor yang ikut andil berjasa dalam membimbing dan mengarahkan penulis sehingga dapat menyelesaikan amanah studi dan mengajarkan arti sebuah kehidupan yang bermanfaat bagi sesama.
4. Dr. Maryati Surya, S.Si., M.Si selaku penguji luar komisi pembimbing yang telah memberikan masukan dan saran yang membangun guna pengembangan disertasi yang penulis buat ke arah yang lebih baik;
5. Prof. Dr.rer.nat. Ir. Suseno Amien, Selaku penguji luar komisi pembimbing yang telah memberikan saran untuk pengembangan guna menyempurnakan disertasi ini.
6. Rektor Universitas Wijaya Kusuma Surabaya Prof. Dr. Ir. RR. Nugrahini Susantina Wisnujati, MM dan Ibu Dr. Ir. Endang Noerhartati, MP Wakil Rektor Bidang Kerjasama Universitas Wijaya Kusuma Surabaya sebagai ibu serta panutan yang selalu mensupport moral bagi saya.
7. Drh. Fadhy R Loe, Msi pemilik isolat *Escherichia coli* yang memberikan saya kesempatan menggunakan isolat tersebut untuk penelitian disertasi saya.
8. Yth. Bapak drh. Gowinda Sibit selaku Direktur Utama PT. Tekad Mandiri Citra yang telah memberikan izin, dukungan, dan fasilitas kepada penulis selama melakukan penelitian di Laboratorium Divisi Riset dan Pengembangan PT. Tekad Mandiri Citra, Bandung, Indonesia;
9. Yth. Bapak drh. H. Julianto selaku Direktur Manufaktur PT. Tekad Mandiri Citra yang telah membantu kelancaran serta memberikan dukungan kepada penulis selama melakukan penelitian di Laboratorium Divisi Riset dan Pengembangan PT. Tekad Mandiri Citra, Bandung, Indonesia;
10. Dr. drh. Wyanda Arnafia selaku Kepala Divisi Riset dan Pengembangan PT. Tekad Mandiri Citra, Bandung, Indonesia dan penguji luar komisi pembimbing yang telah menjadi teman diskusi sekaligus mentor yang memberikan banyak dukungan moral dan material selama penulis melakukan penelitian di Laboratorium Divisi Riset dan Pengembangan PT. Tekad Mandiri Citra, Bandung, Indonesia;

11. Bpk Deniswara Sibit, M.Vet Kepala RO PT. Biomol Nuasantara Mandiri TBK;
12. Staff TMC drh. Yusuf Farid Ahmad, drh. Aulia Khoirunisa, drh. Betty Sundari, Yovi, S.Pt, dan Fita;
13. Kepala Lab Mikrobiologi dan Imunologi PSPP Dr. Maryati Surya, S.Si., M.Si. dan tim Mbak Happy;
14. Staf Akademik Primatologi Dr. Lis Rosmana, S.Si., M.Si dan Ibu Nurjayanti.
15. Pak Agus Somantri, S.Pd. selaku teknisi Laboratorium Bakteriologi Sekolah Kedokteran Hewan dan Biomedis Institut Pertanian Bogor (SKHB IPB).
16. Ayah H Ridwan, ibu Zulifa, adik Fadhail, serta seluruh keluarga besar penulis, pencapaian ini penulis persembahkan kepada mereka tercinta yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya kepada penulis selama penulis menempuh pendidikan hingga tahap doktoral ini;
17. Rekan sejawat Program Studi Primatologi. Ibu Isti Kartika Sari, S.Si., M.Si, Mas Tomi Langeng Abimanyu, drh. Dwi Wahyuda Wira, M.Si., Gita Renata, S.Si, drh. Silvia Arin, yang telah berjuang bersama penulis dalam menempuh semua tahapan program doktoral;
18. Drh. Rany Indah Widiyanti dan semua tim Royal Purple Vet yang membantu peneliti untuk mendapatkan sampel darah.
19. Rekan-rekan yang luar biasa dari tempat yang menjadi rumah bagi penulis tumbuh dan berkembang, Tim Urban Animal Pet Care Clinic, drh. Donna, drh. Hardianus, drh. Hilma, yang telah menjadi keluarga kedua bagi penulis.
20. Mami Ira yang selalu membantu support moral selama kehidupan di Kota Bandung.
21. Anak berbulu kesayangan penulis yang menjadi motivasi penulis agar semakin semangat menjalani hidup, Bobby, Boba, Petunia, Ocilak, Ocil, Carla, Sodha, Avocado, Efesus, Jub-jub, Jamal, Cia, Sheed, Miso, Ai, Mariam, Patricia, Tweety, Bondan, Alm. Bobbo, Seniorita, Joy, Bartolo, Seriosa, Carlos, Mozzarella dan Belly;
22. Rekan-rekan magang, Reiner, Hylma, Ashfa, Itfa, Salma, Nadin, Sekar, Alya, Rara, Dea, Liberti, Queen, Syifa, Vargas, Satrio, Adi, Anastasia, Ara Aurel, Avriel, Salsa yang menjadi alasan penulis untuk selalu tersenyum bahagia dan tertawa menjalani hari serta membawa cerita yang indah dalam kehidupan penulis;

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bandung, Juli 2025

Muhammad Farid Rizal

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	3
DAFTAR GAMBAR.....	3
DAFTAR LAMPIRAN	3
I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat.....	3
1.5 Ruang Lingkup.....	3
1.6 Kebaruan (<i>Novelty</i>).....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 <i>Macaca fascicularis</i>	4
2.2 <i>Escherichia coli</i>	5
2.3 Telur sebagai pabrik biologis	6
2.3.1 Preparasi IgY.....	8
2.2.2 IgY sebagai anti diare	9
2.1.3 Mekanisme IgY	10
III. KARAKTERISASI FAKTOR VIRULENSI <i>E. coli</i> PENYEBAB DIARE PADA <i>M. fascicularis</i> di PENANGKARAN IPB UNIVERSITY, BOGOR. 12	
3.1 Abstrak	12
3.2 Pendahuluan.....	12
3.3 Metode.....	13
3.3.1 Desain penelitian	13
3.3.2 Uji Hemolisis.....	13
3.3.3 Uji Pola hemaglutinasi	13
3.3.4 <i>Salt agregation test</i>	13
3.3.5 Analisis Data	14
3.4 Hasil dan Pembahasan	14
IV. POLA <i>MULTIDRUGS RESISTANCE</i> (MDR) <i>E. coli</i> ISOLAT <i>M. fascicularis</i> DARI PENANGKARAN IPB UNIVERSITY, BOGOR.....	19
4.1 Abstrak	19
4.3 Metode.....	19
4.3.1 Metode Penelitian	19
4.3.2 Uji sensitivitas <i>E. coli</i> terhadap antibiotik	19
4.3.3 Analisis Data	19

4.4 Hasil dan Pembahasan.....	20
V. PRODUKSI DAN KARAKTERISASI IMMUNOGLOBULIN Y (IgY)	
ANTI-<i>Escherichia coli</i> SEBAGAI KANDIDAT IMUNITAS PASIF	24
5.1 Abstrak.....	24
5.2 Pendahuluan.....	24
5.3 Metode	25
5.3.1 Persiapan <i>E. coli</i> Antigen.....	25
5.3.2 Vaksinasi Ayam	26
5.3.3 Ekstraksi dan Pemurnian IgY	26
5.3.4 Persiapan Antigen <i>Soluble Escherichia coli</i>	27
5.3.5 Deteksi Antibodi Spesifik Menggunakan <i>Agar Gel Precipitation Test</i> (AGPT) 27	
5.3.6 Penilaian Kemurnian IgY Dengan SDS-PAGE	28
5.3.7 Immunobloting <i>E. coli</i> Untuk menentukan protein yang dikenali IgY ...	28
5.4 Hasil dan Pembahasan.....	29
5.5 Kesimpulan.....	32
VI. EFIKASI <i>IN VIVO</i> DAN <i>IN VITRO</i> IMMUNOGLOBULIN Y SEBAGAI	
IMUNOTERAPI INFEKSI <i>E. coli</i>.....	33
6.1 Abstrak.....	33
6.2 Pendahuluan.....	33
6.3 Metode	34
6.3.1 Persiapan inoculum bakteri	34
6.3.2 Uji aktivitas anti bakteri IgY	35
6.3.3 Uji kosentrasi protein.....	35
6.3.4 Aktivitas fagositosis dan kapasitas makrofag peritoneum.....	35
6.4 Analisis Data.....	35
6.5 Hasil.....	36
6.6 Kesimpulan.....	39
VII PEMBAHASAN UMUM.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....	41
LAMPIRAN.....	59

DAFTAR TABEL

1	Komponen struktural dan non struktural antigen <i>E. coli</i> .	5
2	Distribusi pola hemaglutinasi isolat <i>E. coli</i> dari beberapa eritrosit hewan	15
3	Distribusi faktor virulensi di antara 30 isolat <i>E. Coli</i>	15
4	Resistensi terhadap beberapa antibiotik pada <i>E. coli</i> hasil penangkaran di Institut Pertanian Bogor, Dramaga Bogor Indonesia	21
5	Hasil uji keberadaan IgY pada serum dan kuning telur ayam yang divaksin <i>E. coli</i> menggunakan <i>Agar gel precipitation test</i> (AGPT).	29
6	Hasil uji prepitasi titer mingguan IgY pada serum dan telur ayam yang divaksin <i>E. coli</i> menggunakan (AGPT) dengan pengenceran.	30
7	Hambatan pertumbuhan <i>E. coli</i> pada 5 ml BHI dengan penambahan IgY 50 µl IgY 200 µl dengan absorbansi 700nm.	36
8	Aktivitas fagositosis dan kapasitas fagositosis makrofag peritoneum mencit yang diinjeksikan <i>E. coli</i> tanpa atau dengan penambahan IgY	37

DAFTAR GAMBAR

1	Pengembangan dan Penggunaan Antibodi IgY dan IgG dalam Uji Diagnostik	7
2	Struktur IgY dan IgG.	8
3	Hemolisa pada <i>blood agar</i> (γ) isolat dengan gamma hemolisin, (α) isolat dengan alpha hemolisin	15
4	Reaksi aglutinasi pada 1% eritrosit kelinci	14
5	Hasil suspensi bakteri yang ditambahkan amonium sulfat 0,8M,	15
6	Koloni bakteri tumbuh pada media EMB dengan warna metakromik hijau metalik yang khas.	20
7	Morfologi bakteri <i>E. coli</i>	20
8	Pola sensitivitas bakteri <i>E. coli</i> penyebab diare pada <i>M. fascicularis</i> terhadap beberapa jenis antibiotik.	21
9	Hasil karakterisasi protein IgY dengan SDS-PAGE.	30
10	Protein <i>E. coli</i> dari berbagai preparasi yang dikenali oleh IgY anti- <i>E. coli</i> berada pada pita 29KDa yang merupakan protein adhesin.	31
11	Grafik pertumbuhan <i>E. coli</i>	36

DAFTAR LAMPIRAN

1	Dokumentasi kegiatan penelitian	61
2	Persetujuan etik penelitian	62
3	Surat Ijin Penelitian PT. Tekad Mandiri Citra	63
4	Hasil uji statistik aktivitas hambatan pertumbuhan IgY terhadap <i>E. coli</i> Perlakuan Inkubasi 2 Jam	64
5	Hasil uji statistik aktivitas dan kapasitas fagositosis makrofag peritoneum mencit.	65
6	LoA publikasi jurnal nasional	66
7	Screen shoot Publikasi internasional Under Review mitra bestari	67