

**PERUBAHAN JUMLAH MAKROFAG PERITONEAL TERHADAP
KANDIDAT VAKSIN IRADIASI *Streptococcus agalactiae*
KOMBINASI NANOPARTIKEL KITOSAN PADA MENCIT**

ALVIN TANIHARJA



**PROGRAM STUDI SARJANA KEDOKTERAN HEWAN
SEKOLAH KEDOKTERAN HEWAN DAN BIOMEDIS
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

- 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 “Perubahan Jumlah Makrofag Peritoneal terhadap Kandidat Vaksin Iradiasi *Streptococcus Agalactiae* Kombinasi Nanopartikel Kitosan pada Mencit” 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

Alvin Taniharja
NIM. B0401221145



ABSTRAK

ALVIN TANIHARJA. Perubahan Jumlah Makrofag Peritoneal terhadap Kandidat Vaksin Iradiasi *Streptococcus agalactiae* Kombinasi Nanopartikel Kitosan pada Mencit. Dibimbing oleh I WAYAN TEGUH WIBAWAN dan EVA HARLINA.

Mastitis subklinis yang disebabkan oleh *Streptococcus agalactiae* merupakan masalah penting pada sapi perah, sehingga diperlukan pengembangan vaksin yang mampu memicu aktivasi imun yang lebih efektif. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi respons imun bawaan melalui dinamika makrofag peritoneal pada mencit setelah pemberian kandidat vaksin iradiasi *S. agalactiae* yang diformulasikan dengan nanopartikel kitosan sebagai adjuvan. Sebanyak 40 mencit galur DDY dibagi ke dalam sepuluh kelompok perlakuan dan diberikan injeksi intraperitoneal yang terdiri atas kontrol, nanopartikel kitosan, antigen iradiasi, serta kombinasi antigen-nanopartikel. Pengambilan cairan peritoneal dilakukan pada hari ke-1 dan ke-4 untuk menghitung jumlah makrofag sebagai indikator respons imun awal. Uji Two-Way ANOVA menunjukkan adanya interaksi signifikan antara jenis perlakuan dan waktu observasi (Sig. < 0,001). Pada hari ke-1, kombinasi antigen iradiasi dengan nanopartikel kitosan menghasilkan aktivasi makrofag peritoneal tertinggi, menunjukkan potensi kitosan dalam meningkatkan imunogenisitas antigen iradiasi. Pada hari ke-4, kelompok yang menerima antigen mengalami penurunan jumlah makrofag yang konsisten dengan fenomena *Macrophage Disappearance Reaction*, sedangkan kelompok kontrol tetap stabil. Temuan ini menegaskan bahwa formulasi nanopartikel kitosan mampu memperkuat respons imun bawaan dan berpotensi dikembangkan sebagai adjuvan inovatif dalam kandidat vaksin iradiasi *S. agalactiae* untuk pencegahan mastitis subklinis.

Kata Kunci: makrofag peritoneal, mastitis subklinis, nanopartikel kitosan, *Streptococcus agalactiae*, vaksin iradiasi

ABSTRACT

ALVIN TANIHARJA. Changes in the Number of Peritoneal Macrophages due to Irradiation of Chitosan Nanoparticles Combined with the *Streptococcus agalactiae* Vaccine Candidate in Mice. Supervised by I WAYAN TEGUH WIBAWAN and EVA HARLINA.

Subclinical mastitis caused by *Streptococcus agalactiae* remains a major issue in dairy cows, highlighting the need for vaccines capable of inducing stronger immune activation. This study evaluated innate immune responses by examining the dynamics of peritoneal macrophages in mice following administration of an irradiated *S. agalactiae* vaccine candidate formulated with chitosan nanoparticles as an adjuvant. Forty DDY mice were allocated into ten treatment groups and received intraperitoneal injections consisting of a control, chitosan nanoparticles, irradiated antigen, and a combination of antigen–nanoparticles. Peritoneal fluid was collected on days 1 and 4 to quantify macrophage numbers as an indicator of early immune activation. Two-Way ANOVA revealed a significant interaction between treatment type and observation time (Sig. < 0.001). On day 1, the combination of irradiated antigen with chitosan nanoparticles triggered the highest peritoneal macrophage activation, demonstrating the ability of chitosan to enhance the immunogenicity of the irradiated antigen. On day 4, antigen-receiving groups showed a reduction in macrophage numbers consistent with the Macrophage Disappearance Reaction, while control groups remained stable. These findings confirm that chitosan nanoparticle formulation can potentiate innate immune activation and holds promise as an innovative adjuvant for *S. agalactiae* irradiated vaccine development against subclinical mastitis.

Keywords: chitosan nanoparticles, irradiated vaccine, peritoneal macrophages, subclinical mastitis, *Streptococcus agalactiae*



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.



PERUBAHAN JUMLAH MAKROFAG PERITONEAL TERHADAP KANDIDAT VAKSIN IRADIASI *Streptococcus agalactiae* KOMBINASI NANOPARTIKEL KITOSAN PADA MENCIT

ALVIN TANIHARJA

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Kedokteran Hewan pada
Sekolah Kedokteran Hewan dan Biomedis

**PROGRAM STUDI SARJANA KEDOKTERAN HEWAN
SEKOLAH KEDOKTERAN HEWAN DAN BIOMEDIS
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Prof. Dr. drh. Umi Cahyaningsih, M.S.
- 2 Dr. drh. Kusdiantoro Mohamad, M.Si., PAVet.

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.

Judul Skripsi : Perubahan Jumlah Makrofag Peritoneal terhadap Kandidat
Vaksin Iradiasi *Streptococcus agalactiae* Kombinasi
Nanopartikel Kitosan pada Mencit

Nama : Alvin Taniharja
NIM : B0401221145

Disetujui oleh

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



Pembimbing 2:
Dr. drh. Eva Harlina, M.Si., APVet.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi Sarjana Kedokteran Hewan:
Dr. drh. Wahono Esthi Prasetyaningtyas, M.Si.
NIP. 198006182006042026



Wakil Dekan Bidang Akademik, Kemahasiswaan, dan
Alumni Sekolah Kedokteran Hewan dan Biomedis:
Prof. drh. Ni Wayan Kurniani Karja, M.P., Ph.D.
NIP. 19690207199612001



Tanggal Ujian:
13 Juli 2026

Tanggal Lulus: **21 JUL 2026**



- 



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan November 2024 sampai bulan April 2026 ini ialah Pengujian Kandidat Vaksin Mastitis Subklinis, dengan judul “Perubahan Jumlah Makrofag Peritoneal terhadap Kandidat Vaksin Iradiasi *Streptococcus agalactiae* Kombinasi Nanopartikel Kitosan pada Mencit”.

Selama pelaksanaan penelitian hingga penyusunan skripsi ini, penulis memperoleh banyak dukungan, bimbingan, bantuan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Prof. Dr. drh. I Wayan Teguh Wibawan, M.S. selaku dosen pembimbing utama yang senantiasa memberikan bimbingan, arahan, dan pendampingan selama proses penelitian hingga penyusunan tugas akhir, serta kepada Dr. drh. Eva Harlina, M.Si., APVet. selaku dosen pembimbing kedua sekaligus dosen pembimbing akademik yang telah memberikan bimbingan, masukan, perhatian, dan dukungan kepada penulis sejak awal masa perkuliahan hingga penyelesaian skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Tim Penelitian Vaksin Mastitis Subklinis, staf Unit Pengelolaan Hewan Laboratorium (UPHL), serta Divisi Patologi SKHB IPB yang telah membantu dalam penyediaan sarana penelitian dan pengumpulan data. Ucapan terima kasih secara khusus penulis sampaikan kepada Dr. drh. Sri Estuningsih, M.Si., APVet. atas bimbingan dan pendampingan selama proses penelitian dan penulisan tugas akhir, kepada Dr. drh. Boky Jeanne Tuasikal, M.Si. selaku ketua peneliti dari BRIN, serta kepada seluruh rekan satu tim penelitian atas kerja sama, dukungan, perhatian, dan pengalaman berharga yang telah diberikan.

Rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya penulis persembahkan kepada keluarga tercinta, yaitu ayahanda Andi Abdul Malik (Alm.) dan ibunda Iis Aisyah, kedua kakak penulis, Kak Anisa dan A Putra, serta adik penulis, Mira, yang senantiasa memberikan kasih sayang, doa, kesabaran, motivasi, dan dukungan tanpa henti dalam setiap tahap perjalanan pendidikan penulis. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Zahwa yang selalu menemani serta memberikan bantuan dan semangat selama proses penyusunan tugas akhir. Kepada Agir, Atir, dan Hanif yang telah menjadi sahabat dan menemani proses bertumbuh selama masa perkuliahan, serta kepada seluruh teman dan pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas segala dukungan, kebersamaan, dan doa yang telah diberikan. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang kedokteran hewan, serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya.

Bogor, Juli 2026

Alvin Taniharja

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin 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	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	1
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.5 Hipotesis	2
II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Vaksin Iradiasi	3
2.2 Bakteri <i>Streptococcus agalactiae</i>	3
2.3 Nanopartikel Kitosan sebagai Adjuvan dan Sistem Penghantar Antigen	4
2.4 Makrofag Peritoneal	4
III METODE	6
3.1 Waktu dan Tempat	6
3.2 Alat dan Bahan	6
3.3 Prosedur Kerja	6
3.3.1 Persetujuan Penelitian dari Komisi Etik Hewan	6
3.3.2 Persiapan Hewan Coba	6
3.3.3 Desain Penelitian	7
3.3.4 Uji <i>In Vivo</i>	8
3.3.5 Koleksi Cairan Peritoneal	8
3.3.6 Evaluasi Preparat Cairan Peritoneal	8
3.4 Analisis Data	8
3.4.1 Uji Normalitas: Saphiro-Wilk	8
3.4.2 Uji Homogenitas: Levene	9
3.4.3 Analisis Varians Dua Arah (Two-Way ANOVA)	9
3.4.4 Uji Lanjut Post Hoc Tukey HSD	9
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	10
4.1 Hasil	10
4.1.1 Hasil Perhitungan Jumlah Makrofag Peritoneal	10
4.1.2 Hasil Uji Normalitas: Saphiro-Wilk	11
4.1.3 Hasil Uji Homogenitas: Levene	11
4.1.4 Hasil Analisis Varians Dua Arah (Two-Way ANOVA)	12
4.1.5 Hasil Uji Lanjut Post Hoc Tukey HSD	12
4.2 Pembahasan	13
V SIMPULAN DAN SARAN	16
5.1 Simpulan	16
5.2 Saran	16
DAFTAR PUSTAKA	17
LAMPIRAN	20

DAFTAR TABEL

1	Rancangan percobaan respons imun vaksin <i>S. agalactiae</i> iradiasi kombinasi nanopartikel kitosan pada mencit dengan metode injeksi peritoneal	7
2	Hasil perhitungan jumlah makrofag peritoneal	10
3	Hasil analisis uji normalitas	11
4	Hasil analisis uji homogenitas	11
5	Hasil analisis Two-Way ANOVA	12

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram alir rancangan penelitian	7
2	Hasil pengamatan jumlah makrofag H1G5 (kiri) dan H4G5	11

DAFTAR LAMPIRAN

1	Grafik perhitungan jumlah makrofag terhadap perlakuan	21
2	Hasil analisis uji normalitas (Shapiro-Wilk) menggunakan SSPS®	21
3	Hasil analisis uji homogenitas (Levene) menggunakan SSPS®	21
4	Hasil analisis uji Two Way ANOVA menggunakan SSPS®	22
5	Hasil analisis uji Post Hoc Tukey HSD menggunakan SSPS®	22
6	Surat persetujuan etik penelitian	25

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.