



**MORFOMETRI FOLIKEL LIMFOID LIMPA MENCIT
PASCAPEMBERIAN KANDIDAT VAKSIN *Streptococcus*
agalactiae KOMBINASI NANOPARTIKEL KITOSAN**

MAHATHIR MUHAMMAD. S



**PROGRAM STUDI SARJANA KEDOKTERAN HEWAN
SEKOLAH KEDOKTERAN HEWAN DAN BIOMEDIS
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 “Morfometri Folikel Limfoid Limpa Mencit Pascapemberian Kandidat Vaksin *Streptococcus agalactiae* Kombinasi Nanopartikel Kitosan” 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

Mahathir Muhammad. S
B0401221151

- 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.



ABSTRAK

MAHATHIR MUHAMMAD. S. Morfometri Folikel Limfoid Limpa Mencit Pascapemberian Kandidat Vaksin *Streptococcus agalactiae* Kombinasi Nanopartikel Kitosan. Dibimbing oleh EVA HARLINA dan DANANG DWI CAHYADI.

Mastitis subklinis merupakan salah satu penyakit penting pada sapi perah yang menyebabkan kerugian ekonomi akibat penurunan produksi dan kualitas susu. Salah satu agen penyebab utama penyakit ini adalah *Streptococcus agalactiae*. Pengendalian mastitis umumnya dilakukan melalui penggunaan antibiotik, namun pemakaian berulang berisiko menimbulkan residu dan resistensi antimikroba. Oleh karena itu, pengembangan vaksin menjadi salah satu alternatif strategi pengendalian. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi pengaruh pemberian vaksin *S. agalactiae* hasil iradiasi yang dikombinasikan dengan nanopartikel kitosan terhadap morfometri folikel limfoid limpa mencit. Sebanyak 20 ekor mencit jantan galur DDY dibagi ke dalam lima kelompok perlakuan, yaitu *Phosphate Buffered Saline* (PBS), trehalosa, nanopartikel kitosan, vaksin iradiasi *S. agalactiae*, dan kombinasi vaksin dengan nanopartikel kitosan. Limpa dikoleksi empat hari pascaperlakuan, dibuat preparat histologis dengan pewarnaan hematoksilin-eosin, kemudian diamati jumlah dan ukuran folikel limfoid. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelompok kombinasi vaksin iradiasi *S. agalactiae* dan nanopartikel kitosan memiliki rerata jumlah folikel limfoid ($16,00 \pm 2,6$) dan ukuran folikel limfoid ($2438,2 \pm 398,3 \mu\text{m}^2$) tertinggi serta berbeda nyata dibandingkan kelompok kontrol ($p < 0,05$). Temuan ini menunjukkan bahwa kombinasi nanopartikel kitosan dan vaksin iradiasi *S. agalactiae* mampu meningkatkan aktivitas jaringan limfoid limpa dan berpotensi meningkatkan imunogenisitas kandidat vaksin mastitis subklinis pada sapi perah.

Kata kunci: limpa, mastitis subklinis, nanopartikel kitosan, *Streptococcus agalactiae*, vaksin iradiasi.

ABSTRACT

MAHATHIR MUHAMMAD. S. Morphometry of splenic lymphoid follicles in mice after administration of a candidate *Streptococcus agalactiae* vaccine combined with chitosan nanoparticles. Supervised by EVA HARLINA and DANANG DWI CAHYADI.

Subclinical mastitis is an important disease in dairy cattle that causes economic losses through reduced milk production and milk quality. One of the major causative agents is *Streptococcus agalactiae*. Although antibiotic therapy is commonly used for disease control, repeated administration may lead to antimicrobial resistance and drug residues. Therefore, vaccine development represents a promising alternative approach. This study aimed to evaluate the effect of an irradiated *S. agalactiae* vaccine combined with chitosan nanoparticles on the morphometry of splenic lymphoid follicles in mice. Twenty male DDY mice were randomly assigned to five treatment groups: Phosphate Buffered Saline (PBS), trehalose, chitosan nanoparticles, irradiated *S. agalactiae* vaccine, and a combination of the vaccine with chitosan nanoparticles. Spleens were collected four days after treatment, processed for hematoxylin-eosin staining, and examined for lymphoid follicle number and size. The combination group exhibited the highest mean lymphoid follicle number (16.00 ± 2.6) and follicle size ($2438.2 \pm 398.3 \mu\text{m}^2$), which were significantly greater than those of the control group ($p < 0.05$). These findings indicate that the combination of chitosan nanoparticles and irradiated *S. agalactiae* vaccine enhances splenic lymphoid activity and may improve the immunogenicity of a candidate vaccine against subclinical mastitis in dairy cattle.

Keywords: chitosan nanoparticles, irradiated vaccine, spleen, *Streptococcus agalactiae*, subclinical mastitis.



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.

**MORFOMETRI FOLIKEL LIMFOID LIMPA MENCIT
PASCAPEMBERIAN KANDIDAT VAKSIN *Streptococcus*
agalactiae KOMBINASI NANOPARTIKEL KITOSAN**

MAHATHIR MUHAMMAD. S

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**



@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.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

1. Dr. drh. Hera Maheswari, M.Sc.

2. drh. Ardilasunu Wicaksono, M.Si, Ph.D.

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 : Morfometri Folikel Limfoid Limpa Mencit Pascapemberian
Kandidat Vaksin *Streptococcus agalactiae* Kombinasi
Nanopartikel Kitosan.

Nama : Mahathir Muhammad. S
NIM : B0401221151

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. drh. Eva Harlina, M.Si, APVet.



Pembimbing 2:
drh. Danang Dwi Cahyadi, M.Si, Ph.D.



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 MP, Ph.D.
NIP 196902071996012001



Tanggal Ujian: 20 Juli 2026

Tanggal Lulus: 22 JUL 2026



IPB University

IPB University
— Bogor Indonesia —

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *Subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Penelitian yang dilaksanakan sejak bulan April 2026 sampai bulan Mei 2026 dengan judul “Morfometri Folikel Limfoid Limpa Mencit Pascapemberian Kandidat Vaksin *Streptococcus agalactiae* Kombinasi Nanopartikel Kitosan.”.

Penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Dr. drh. Eva Harlina, M.Si, APVet. dan drh. Danang Dwi Cahyadi, M.Si., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran serta motivasi selama proses penyusunan dan penyelesaian skripsi ini. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Dr. drh. Sri Estuningsih, M.Si, APVet. dan Dr. drh. Boky Jeanne Tuasikal, M.Si. beserta staf Divisi Patologi dan Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Divisi Kesehatan Ternak, dan juga Unit Pengelola Hewan Lab (UPHL) yang telah membantu selama pengumpulan data.

Ucapan terima kasih yang tulus juga penulis sampaikan kepada Bapak Sjaifuddin, Ibu Nuraeni, Kakak Mutia, dan untuk adik saya, Aydin dan Hanif, serta seluruh keluarga yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, dukungan moral maupun material, serta semangat yang tidak pernah putus selama penulis menempuh pendidikan hingga penyelesaian skripsi ini. Dukungan dan pengorbanan keluarga menjadi sumber kekuatan utama bagi penulis menghadapi berbagai tantangan selama masa studi.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada teman-teman satu tim penelitian, yaitu Alvin, dan Agir, yang telah menjadi rekan berdiskusi, bekerja sama selama pelaksanaan penelitian, serta saling membantu dalam proses pengambilan data, analisis, dan penyusunan skripsi. Kebersamaan dan kerja sama yang terjalin telah memberikan banyak pengalaman berharga bagi penulis.

Selanjutnya, penulis menyampaikan terima kasih kepada teman-teman asisten praktikum Bedah dan Radiologi, yaitu Berlian, Eflandi, Harsha, Ivory, Nicky, Reny, Zahwa dan Zulfa, atas kebersamaan, dukungan, serta pengalaman yang telah dibagikan selama menjalankan berbagai kegiatan akademik. Lingkungan yang positif dan penuh semangat telah memberikan banyak pelajaran dan kenangan yang berharga selama masa perkuliahan.

Terima kasih juga penulis sampaikan kepada para sahabat “BB Terbang”, yaitu Aura, Dena, Felisa, Hanif, Khansa, Lia, Olivia, Queen, dan Tasya, yang selalu hadir memberikan dukungan, motivasi, perhatian, serta menjadi tempat berbagi suka dan duka selama proses perkuliahan dan penyusunan skripsi. Kehadiran dan persahabatan yang terjalin menjadi salah satu penyemangat bagi penulis untuk terus berusaha hingga mencapai tahap ini.

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

Bogor, Juli 2026

Mahathir Muhammad.S

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 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	xii
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xii
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	4
2.1 Mastitis	4
2.2 Bakteri <i>Streptococcus agalactiae</i>	5
2.3 Vaksin Iradiasi	5
2.4 Nanopartikel Kitosan	6
2.5 Mekanisme Immunologis	7
2.6 Limpa sebagai Organ Limfoid Sekunder	8
III METODE	9
3.1 Waktu dan Tempat	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Prosedur Kerja	9
3.4 Analisis Data	10
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	12
4.1 Perhitungan Jumlah Folikel Limfoid	12
4.2 Perhitungan Ukuran Folikel Limfoid	15
V SIMPULAN DAN SARAN	19
5.1 Simpulan	19
5.2 Saran	19
DAFTAR PUSTAKA	20
LAMPIRAN	24
RIWAYAT HIDUP	27



DAFTAR TABEL

1. Pembagian kelompok perlakuan	9
2. Hasil rerata jumlah folikel limfoid (rerata $\pm$ SD)	12
3. Hasil rerata ukuran folikel limfoid (Rerata $\pm$ SD μm^2)	15

DAFTAR GAMBAR

1. Mekanisme sederhana dari peran vaksin dan adjuvan sebagai imunostimulator	8
2. Histopatologi limpa. (A): Kelompok kontrol (G1) menunjukkan lima buah folikel limfoid, sedangkan (B): kelompok kombinasi vaksin <i>S. agalactiae</i> dan nanopartikel kitosan (G5) menunjukkan delapan buah folikel limfoid. Pewarnaan Hematoksilin-Eosin, skala bar = 200 μm .	14
3. Histopatologi limpa. (A): Kelompok kontrol (G1) menunjukkan folikel limfoid dengan luas 2042 μm^2 , sedangkan (B): kelompok kombinasi vaksin <i>S. agalactiae</i> dan nanopartikel kitosan (G5) menunjukkan folikel limfoid dengan luas 3214 μm^2 . Pewarnaan Hematoksilin-Eosin, skala bar = 100 μm .	17

DAFTAR LAMPIRAN

1. Lampiran 1 Surat persetujuan etik penelitian.	24
2. Lampiran 2 Tabel distribusi data jumlah dan ukuran folikel limfoid.	25
3. Lampiran 3 Gambaran mikroskopis isi folikel limfoid dengan perbesaran lensa objektif 100x. Panah merah menunjukkan makrofag, sedangkan panah kuning menunjukkan limfosit. Pewarnaan Hematoksilin-Eosin, skala bar = 10 μm .	26