

**EVALUASI *Conditioning Clamping* SEBAGAI MEKANISME
PROTEKSI KERUSAKAN *Remote Ischemia Reperfusion
Injury* PADA SALURAN CERNA TIKUS PUTIH**

AQIDATUL IZZAH RAMLI



**PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU BIOMEDIS HEWAN
PEMINATAN ILMU BIOMEDIS HEWAN
SEKOLAH KEDOKTERAN HEWAN DAN BIOMEDIS
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Evaluasi *Conditioning Clamping* sebagai Mekanisme Proteksi Kerusakan *Remote Ischemia Reperfusion Injury* pada Saluran Cerna Tikus Putih” 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 tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada IPB University.

Bogor, Agustus 2026

Aqidatul Izzah Ramli
B350124104



RINGKASAN

AQIDATUL IZZAH RAMLI. Evaluasi *Conditioning Clamping* sebagai Mekanisme Proteksi Kerusakan *Remote Ischemia Reperfusion Injury* pada Saluran Cerna Tikus Putih. Dibimbing oleh RIKI SISWANDI dan DWI UTARI RAHMIATI.

Ischemia-reperfusion injury (IRI) merupakan bentuk kerusakan jaringan yang timbul akibat gangguan metabolik dan hipoksia seluler, diikuti oleh lonjakan stres oksidatif setelah aliran darah dipulihkan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas *conditioning clamping* dalam mencegah dampak *remote* IRI pada saluran cerna. Dua puluh ekor tikus Sprague-Dawley (*Rattus norvegicus*) jantan dibagi menjadi empat kelompok: kontrol tanpa perlakuan (NTC), kelompok *pre-conditioning clamping* (Pre), kelompok *post-conditioning clamping* (Post), dan kelompok kombinasi *pre-* dan *post-conditioning clamping* (PP). Ligasi arteri femoralis dilakukan selama dua jam pada seluruh kelompok, diikuti reperfusi selama dua jam. Pada kelompok Pre diberikan teknik *conditioning clamping* sebelum ligasi dilakukan. Kelompok Post, diberikan setelah ligasi *a. femoralis* dan kelompok PP diberikan sebelum dan setelah prosedur ligasi-reperfusi. Parameter kimia darah (aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT), dan albumin), motilitas usus halus, serta histopatologi usus dievaluasi. Kelompok NTC menunjukkan induksi *remote* IRI berhasil dengan kerusakan jaringan yang nyata, tercermin dari peningkatan kadar AST, penurunan albumin, dan gangguan motilitas usus ($16,09\% \pm 3,90\%$). Di antara kelompok *conditioning*, kelompok Pre menunjukkan efek protektif paling baik karena telah melewati proses adaptasi, dilihat kadar AST terendah, motilitas usus tertinggi ($94,97\% \pm 1,57\%$), dan integritas mukosa yang terjaga pada pemeriksaan histopatologi. Sebaliknya, kelompok PP tidak menunjukkan perbaikan; kelompok ini justru mengalami kerusakan jaringan paling berat, ditandai lonjakan AST yang nyata dan deskuamasi epitel yang ekstensif, diduga akibat beban stres oksidatif tambahan dari siklus reperfusi berulang. Secara keseluruhan, temuan ini menunjukkan bahwa *pre-conditioning* memberikan proteksi yang lebih unggul terhadap kerusakan jaringan akibat hipoksia dan lebih efektif meredam respons inflamasi sistemik dibanding strategi *conditioning* lain yang diuji.

Kata kunci: *conditioning clamping*, histopatologi usus, ligasi arteri femoralis, motilitas usus, *remote ischemia-reperfusion injury*

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

SUMMARY

AQIDATUL IZZAH RAMLI. Evaluation of Conditioning Clamping as a Protective Mechanism against Remote Ischemia Reperfusion Injury Damage in the Gastrointestinal Tract of White Rats. Supervised by RIKI SISWANDI and DWI UTARI RAHMIATI.

Ischemia-reperfusion injury (IRI) is a form of tissue damage arising from metabolic disturbance and cellular hypoxia, followed by a surge in oxidative stress after blood flow is restored. This study aimed to evaluate the effectiveness of conditioning clamping in preventing the effects of remote IRI on the gastrointestinal tract. Twenty male Sprague-Dawley rats (*Rattus norvegicus*) were divided into four groups: a non-treatment control group (NTC), a pre-conditioning clamping group (Pre), a post-conditioning clamping group (Post), and a combined pre- and post-conditioning clamping group (PP). Femoral artery ligation was performed for two hours in all groups, followed by two hours of reperfusion. The Pre group received the conditioning clamping technique before ligation was performed, the Post group received it after femoral artery ligation, and the PP group received it both before and after the ligation-reperfusion procedure. Blood biochemical parameters (aspartate aminotransferase (AST), alanine aminotransferase (ALT), and albumin), small intestinal motility, and intestinal histopathology were evaluated. The NTC group demonstrated successful induction of remote IRI, evidenced by marked tissue damage, reflected in elevated AST levels, decreased albumin, and impaired intestinal motility ($16.09\% \pm 3.90\%$). Among the conditioning groups, the Pre group exhibited the most favorable protective effect, attributable to a preceding adaptive process, as shown by the lowest AST level, the highest intestinal motility ($94.97\% \pm 1.57\%$), and preserved mucosal integrity on histopathological examination. In contrast, the PP group showed no improvement; this group instead sustained the most severe tissue damage, marked by a pronounced surge in AST and extensive epithelial desquamation, presumably due to additional oxidative stress from repeated reperfusion cycles. Overall, these findings indicate that pre-conditioning confers superior protection against hypoxia-induced tissue damage and more effectively attenuates the systemic inflammatory response compared with the other conditioning strategies tested.

Keywords: conditioning clamping, femoral artery ligation, gastrointestinal motility, intestinal histopathology, remote ischemia-reperfusion injury

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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@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, 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.

EVALUASI *Conditioning Clamping* SEBAGAI MEKANISME PROTEKSI KERUSAKAN Remote *Ischemia Reperfusion* *Injury* PADA SALURAN CERNA TIKUS PUTIH

AQIDATUL IZZAH RAMLI

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Ilmu Biomedis Hewan

PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU BIOMEDIS HEWAN
PEMINATAN ILMU BIOMEDIS HEWAN
SEKOLAH KEDOKTERAN HEWAN DAN BIOMEDIS
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 Tesis:
1.Dr. Drh. Sus Derthi Widhyari, M.Si

Judul Tesis : Evaluasi *Conditioning Clamping* sebagai Mekanisme Proteksi Kerusakan *Remote Ischemia Reperfusion Injury* pada Saluran Cerna Tikus Putih

Nama : Aqidatul Izzah Ramli

NIM : B3501241044

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Drh. Riki Siswandi, M.Si., Ph.D

Pembimbing 2:

Dr. Drh. Dwi Utari Rahmiati, M.Si

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Prof. drh. Bambang Pontjo Priosoeryanto, M.S,

Ph.D, APVet, DACCM

NIP. 196002281986011001

Dekan Sekolah Kedokteran Hewan dan Biomedis :

Prof. Drh. Amrozi, Ph.D

NIP. 197007211995121001

Tanggal Ujian:
14 Agustus 2026

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Segala puji dan syukur Penulis panjatkan ke hadirat Allah Subhanahu wa Ta'ala atas limpahan rahmat, taufik dan karunia-Nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Evaluasi *Conditioning Clamping* sebagai Mekanisme Proteksi Kerusakan *Remote Ischemia Reperfusion Injury* pada Saluran Cerna Tikus Putih” dengan baik. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan jenjang pendidikan Magister pada Program Studi Ilmu Biomedis Hewan, Sekolah Kedokteran Hewan dan Biomedis, Institut Pertanian Bogor.

Selama proses studi dan penyusunan karya ilmiah ini, Penulis memperoleh banyak dukungan, baik secara moral maupun material, dari berbagai pihak yang sangat berarti dalam menyelesaikan penelitian ini. Penulis menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang setulus-tulusnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan, bimbingan dan doa yang tak ternilai selama proses ini berlangsung, terutama kepada :

1. Drh. Riki Siswandi, M.Si.,Ph.D dan Dr. drh. Dwi Utari Rahmiati, M.Si selaku komisi Pembimbing yang telah memberikan kepercayaan, arahan, serta bimbingan ilmiah dan moral kepada Penulis. Ketulusan, dedikasi dan ketelatenan bapak dan ibu dalam mendampingi Penulis menjadi bekal berharga selama proses pendidikan Magister hingga penyusunan tesis ini.
2. Bapak M. Ramli Rauf dan Ibu Rosliati selaku orang tua Penulis, atas kasih sayang yang tiada henti, serta dukungan moral dan material yang telah diberikan sejak awal perjalanan pendidikan hingga akhir. Doa dan semangat dari Ibu dan Bapak menjadi kekuatan utama bagi Penulis dalam menyelesaikan studi ini.
3. Suami Abdih Kudrati Hendra yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat tiada henti selama proses pendidikan Penulis.
4. Seluruh staf dan tenaga pendidik Sekolah Kedokteran Hewan dan Biomedis, IPB University yang telah memberikan bantuan teknis selama penelitian dan bantuan administrasi dalam pengurusan surat, penjadwalan seminar dan sidang, serta berbagai keperluan administrasi lainnya selama Penulis menempuh pendidikan.
5. Seluruh staf Sekolah Pascasarjana IPB University yang telah memberikan pelayanan dan bantuan kelancaran pengurusan segala administrasi akademik.
6. Pihak-pihak lain yang telah banyak berjasa dalam membantu penyelesaian tulisan ini yang tidak bisa Penulis sebutkan satu per satu.

Demikianlah tesis ini ditulis dan diharapkan dapat membawa manfaat bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2026

Aqidatul Izzah Ramli

DAFTAR ISI

RINGKASAN	III
PRAKATA	IX
DAFTAR ISI	X
DAFTAR TABEL	XI
DAFTAR GAMBAR	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 <i>Ischemia Reperfusion Injury</i>	3
2.2 Kerusakan Usus Akibat <i>Ischemia Reperfusion Injury</i> (IRI)	4
2.3 <i>Conditioning Clamping</i>	5
2.4 Model Ligasi Arteri Femoralis sebagai Model <i>Remote</i> IRI	6
2.5 Aksis Usus-Hati (<i>Gut-Liver Axis</i>) pada <i>Remote</i> IRI	7
2.6 Parameter Evaluasi Kerusakan Saluran Cerna akibat IRI	8
2.6.1 Biokimia Darah	8
2.6.2 Motilitas Usus	9
2.6.3 Histopatologi Usus	10
III METODE PENELITIAN	11
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Hewan Percobaan	11
3.4 Rancangan Penelitian	11
3.5 Prosedur Penelitian	12
3.5.1 Persetujuan Penelitian	12
3.5.2 Induksi <i>Ischemia Reperfusion Injury</i> (IRI)	12
3.5.3 Uji Motilitas usus	13
3.5.4 Pengambilan Sampel Darah dan Pemeriksaan Sampel Darah	13
3.5.5 Histopatologi Usus	14
3.6 Analisis Statistika	14
IV HASIL	15
4.1 Kimia Darah	15
4.2 Motilitas Usus	15
4.3 Histopatologi Usus	16



V PEMBAHASAN	19
VI SIMPULAN DAN SARAN	25
6.1 Simpulan	25
6.2 Saran	25
DAFTAR PUSTAKA	26
LAMPIRAN	32
RIWAYAT HIDUP	34

DAFTAR TABEL

1 Rancangan perlakuan kelompok	11
2 Kerusakan Histopatologi Usus	17
3 Hasil One-Way ANOVA dari data pencernaan	33

DAFTAR GAMBAR

1 <i>Clamp</i> pada <i>a.femoralis</i>	12
2 Parameter kimia darah	15
3 Evaluasi uji motilitas usus di akhir perlakuan	15
4 Perbandingan histopatologi organ usus halus	16
5 Nilai <i>chiu score</i> histopatologi usus halus	17



@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.