

PENDEKATAN NON-INVASIVE DAN SEMI-INVASIVE UNTUK EVALUASI JANTUNG KUDA OLAHRAGA DI INDONESIA

ERLY RIZKA ADISTYA



**PEMINATAN ILMU BIOMEDIS HEWAN
PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU BIOMEDIS 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 TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini Saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Pendekatan *non-invasive* dan *semi-invasive* untuk evaluasi jantung kuda olahraga di Indonesia” 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 Institut Pertanian Bogor.

Bogor, 17 Juli 2026

Erly Rizka Adistya
NIM B3501241062



RINGKASAN

ERLY RIZKA ADISTYA. Pendekatan *Non-invasive* dan *Semi-invasive* untuk Evaluasi Jantung Kuda Olahraga di Indonesia. Dibimbing oleh DENI NOVIANA, GUNANTI dan LENI MAYLINA.

Kuda olahraga memiliki tuntutan aktivitas fisik tinggi yang memicu adaptasi kardiovaskular (*athlete's heart*) yang dalam beberapa kasus dapat menyerupai kondisi patologis. Kuda polisi yang menjalani latihan dan aktivitas rutin dengan tuntutan performa tinggi juga berpotensi mengalami adaptasi serupa. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kondisi jantung kuda olahraga polisi aktif di Indonesia melalui pendekatan *non-invasive* menggunakan elektrokardiografi dan ekokardiografi, serta pendekatan *semi-invasive* melalui pemeriksaan aktivitas creatine kinase-MB (CK-MB). Ketiga pemeriksaan tersebut digunakan untuk menilai aktivitas listrik, struktur dan fungsi jantung, serta memberikan informasi pendukung mengenai kondisi kardiovaskular pada akhir periode pengamatan.

Penelitian ini menggunakan 10 ekor kuda olahraga polisi ras Warmblood jantan dewasa kebiri (*gelding*) berusia 6 - 10 tahun ($8,50 \pm 1,18$ tahun) milik Direktorat Polisi Satwa Korps Sabhara Baharkam Polri, Kelapa Dua, Depok, yang menjalani latihan rutin. Pemeriksaan elektrokardiografi dan ekokardiografi dilakukan pada November 2025 dan Februari 2026, sedangkan pemeriksaan biomarker CK-MB dilakukan pada Februari 2026. Parameter yang diamati meliputi aktivitas listrik jantung, struktur dan fungsi jantung, serta aktivitas CK-MB. Data dianalisis secara deskriptif menggunakan nilai rata-rata, simpangan baku dan rentang serta dievaluasi secara longitudinal antarperiode pengamatan. Hubungan antara hasil elektrokardiografi dan ekokardiografi dikaji melalui grafik, sedangkan CK-MB digunakan sebagai data pendukung.

Hasil elektrokardiografi menunjukkan irama sinus dengan variasi ritme yang masih mencerminkan aritmia fisiologis pada kuda terlatih, dengan *heart rate* berkisar 30 - 70 bpm tanpa gangguan konduksi maupun aritmia patologis. Variasi gelombang T berupa positif, negatif dan bifasik masih berada dalam batas fisiologis. Evaluasi longitudinal menunjukkan sebagian besar parameter kardiovaskular relatif stabil antar periode pengamatan. Pemeriksaan ekokardiografi menunjukkan dimensi dan fungsi jantung berada dalam kisaran normal, dengan nilai *fractional shortening* (FS) dan *ejection fraction* (EF) yang mencerminkan fungsi sistolik ventrikel kiri yang baik serta adaptasi terhadap latihan rutin. Analisis antar parameter menunjukkan adanya keterkaitan fisiologis antara aktivitas listrik dan fungsi jantung. Pemeriksaan aktivitas CK-MB pada Februari 2026 menunjukkan nilai 90,0 - 170,4 U/L dengan rata-rata $122,87 \pm 22,75$ U/L sebagai parameter pendukung dalam mengevaluasi respons miokard terhadap aktivitas fisik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar parameter kardiovaskular kuda olahraga polisi aktif ras Warmblood jantan dewasa kebiri (*gelding*) berada dalam kondisi fisiologis normal dan perubahan yang teramati lebih mencerminkan adaptasi terhadap latihan dibandingkan proses patologis. Pendekatan kombinasi *non-invasive* dan *semi-invasive* memberikan evaluasi yang lebih komprehensif terhadap fungsi jantung kuda olahraga di Indonesia.

Kata kunci: CK-MB, ekokardiografi, elektrokardiografi, kuda olahraga



SUMMARY

ERLY RIZKA ADISTYA. *Non-invasive and Semi-invasive Approaches for Cardiac Evaluation of Sport Horses in Indonesia*. Supervised by DENI NOVIANA, GUNANTI, and LENI MAYLINA.

Sport horses are exposed to high levels of physical activity that may induce cardiovascular adaptations known as athlete's heart, which in some cases may resemble pathological conditions. Police horses undergoing routine training and performance-related activities may develop similar adaptations. This study aimed to evaluate the cardiac condition of active police sport horses in Indonesia using *non-invasive* approaches through electrocardiography and echocardiography, as well as a *semi-invasive* approach through the assessment of creatine kinase-MB (CK-MB) activity. These three examinations were used to evaluate cardiac electrical activity, cardiac structure and function and to provide supportive information regarding cardiovascular condition at the end of the observation period.

This study involved 10 adult male (gelding) Warmblood police sport horses aged 6 - 10 years (8.50 ± 1.18 years) from the Directorate of Police Animals, Korps Sabhara Baharkam Polri, Kelapa Dua, Depok. Electrocardiographic and echocardiographic examinations were performed in November 2025 and February 2026, whereas CK-MB assessment was conducted in February 2026. Parameters evaluated included cardiac electrical activity, cardiac structure and function, and CK-MB activity. Data were analyzed descriptively using the mean, standard deviation, and range, and were evaluated longitudinally across observation periods. The relationship between electrocardiographic and echocardiographic findings was examined using graphs, while CK-MB was used as a supporting parameter.

Electrocardiographic findings demonstrated sinus rhythm with variations consistent with physiological arrhythmia in trained horses, with heart rates ranging from 30 - 70 bpm and without conduction disturbances or pathological arrhythmias. Variations in T-wave morphology remained within physiological limits. Longitudinal evaluation indicated that most cardiovascular parameters were relatively stable between observation periods. Echocardiographic examination revealed normal cardiac dimensions and function, with fractional shortening (FS) and ejection fraction (EF) values reflecting good ventricular systolic function and adaptation to routine exercise. Analysis among parameters demonstrated physiological associations between cardiac electrical activity and mechanical cardiac function. CK-MB activity ranged from 90.0 - 170.4 U/L, with a mean value of 122.87 ± 22.75 U/L and was used as a supportive parameters for evaluating myocardial responses to physical activity.

The findings indicate that cardiovascular most of the parameters in race adult steril male *gelding* of police active sport horses remained within normal physiological conditions and that the observed changes were more indicative of exercise adaptation than pathological processes. The combination of *non-invasive* and *semi-invasive* approaches provided a more comprehensive evaluation of cardiac function in sport horses in Indonesia.

Keywords: CK-MB, echocardiography, electrocardiography, sport horses



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.

PENDEKATAN *NON-INVASIVE* DAN *SEMI-INVASIVE* UNTUK EVALUASI JANTUNG KUDA OLAHRAGA DI INDONESIA

ERLY RIZKA ADISTYA

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

**PEMINATAN ILMU BIOMEDIS HEWAN
PROGRAM STUDI MAGISTER ILMU BIOMEDIS 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 Tesis:

1. drh. Agus Wijaya M.Sc., Ph.D.



Judul Tesis

: Pendekatan *non-invasive* dan *semi-invasive* untuk
Evaluasi jantung kuda olahraga di Indonesia

Nama

: Erly Rizka Adistya

NIM

: B3501241062

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. drh. Deni Noviana, PhD, DAiCVIM



Pembimbing 2:

Prof. Dr. drh. Gunanti, M.S.



Pembimbing 3:

drh. Leni Maylina, M.Si., PhD.



Diketahui oleh

Ketua Program Studi :

Prof. drh. Bambang Pontjo P, M.S, PhD, APVet, DACCM

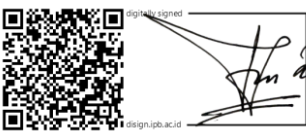
NIP 19600228 1986011001



Dekan Sekolah Kedokteran Hewan dan Biomedis:

Prof. drh. Amrozi, Ph.D

NIP. 197007211995121001



Tanggal Ujian : 29 Juni 2026

Tanggal Lulus:



@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

Segala puji dan syukur Saya panjatkan ke hadirat Allah *subhanahu wa ta'ala* atas limpahan rahmat, taufik dan hidayah-Nya yang tiada henti, sehingga saya dapat menyelesaikan penulisan tesis ini yang berjudul “Pendekatan *Non-invasive* dan *Semi-invasive* untuk Evaluasi Jantung Kuda Olahraga di Indonesia”. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad Shallallahu ‘alaihi wa sallam, sang pembawa risalah kebenaran dan ilmu pengetahuan.

Penyusunan tesis ini tidak terlepas dari bimbingan, dukungan dan arahan dari berbagai pihak yang Saya hormati dan hargai. Saya menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Prof. drh. Deni Noviana, PhD, DAiCVIM selaku Pembimbing utama, serta Prof. Dr. drh. Gunanti, M.S. dan drh. Leni Maylina, M.Si., PhD sebagai Anggota pembimbing, atas kesediaan, kesabaran dan ilmu yang telah diberikan sepanjang proses penyusunan tesis ini. Bimbingan beliau bertiga menjadi bagian penting yang sangat Saya syukuri dalam perjalanan akademik ini.

Saya juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh Dosen, Staf akademik dan Rekan-rekan di program studi Ilmu Biomedis Hewan yang telah memberikan bantuan, motivasi dan semangat selama proses penyusunan karya ini. Kebersamaan dalam perjuangan ini menjadi pengalaman berharga yang akan selalu Saya kenang.

Ucapan terima kasih dan penghormatan yang terdalam Saya persembahkan kepada Suami Hazar Sukareksi, Anak Nausad Arkana Pramudya, Ibu Erna Yulida, Ayah Ahmad Gazali, Ibu Mertua Nurmani, Ayah Mertua Ali Burhan, Adik Ernanda Rizki Aprisya dan M. Hafiz Adnan Yulizar serta keluarga RSHP, atas doa, cinta dan dukungan yang tak pernah putus. Ketulusan dan pengorbanan mereka menjadi kekuatan utama dalam setiap langkah yang Saya tempuh.

Saya menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari sempurna. Kritik dan saran yang bersifat membangun sangat saya harapkan demi perbaikan dan penyempurnaan di masa mendatang. Semoga tesis ini dapat memberi manfaat dan menjadi bagian dari kontribusi ilmiah dalam pengembangan bidang kedokteran hewan, khususnya dalam studi kardiologi pada kuda olahraga polisi aktif ras Warmblood jantan dewasa kebiri (*gelding*) di Indonesia. Akhir kata, semoga Allah Subhanahu wa Ta'ala senantiasa meridhai setiap langkah dan niat baik kita semua. Aamiin Ya Rabbal ‘Alamin.

Bogor, 17 Juli 2026

Erly Rizka Adistya



DAFTAR ISI

PRAKATA	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	4
1.5 Hipotesis	5
1.6 Kerangka Pemikiran	5
TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Anatomi dan Fungsi Jantung Kuda	7
2.2 Kelainan Jantung Kuda	8
2.3 Evaluasi Kardiak dan Elektrokardiografi (EKG)	9
2.4 Evaluasi Jantung Kuda dengan Ultrasonografi (Ekokardiografi)	11
2.5 Pemeriksaan Aktivitas Creatine Kinase-MB (CK-MB)	13
METODE PENELITIAN	16
3.1 Waktu dan Tempat	16
3.2 Alat dan Bahan	16
3.3 Hewan Penelitian	16
3.4 Komisi Etik Hewan	16
3.5 Prosedur Kerja	17
3.6 Analisis Data	19
HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Profil Elektrokardiografi (EKG)	22
4.2 Parameter Ekokardiografi B-mode dan M-mode	26
4.3 Hubungan Elektrokardiografi (EKG) dan Ekokardiografi	34
4.4 Profil Aktivitas Creatine Kinase-MB (CK-MB)	38
SIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Simpulan	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
RIWAYAT HIDUP	47



DAFTAR TABEL

1	Posisi penempatan elektroda jantung kuda (Kenchaiwong <i>et al.</i> 2022)	11
2	Nilai rata-rata variabel hasil pemeriksaan fisik pada 10 kuda olahraga polisi aktif ras Warmblood jantan dewasa kebiri (<i>gelding</i>)	21
3	Nilai hasil pemeriksaan elektrokardiografi pada 10 kuda olahraga polisi aktif ras Warmblood jantan dewasa kebiri (<i>gelding</i>) bulan November 2025	23
4	Nilai hasil pemeriksaan elektrokardiografi pada 10 kuda olahraga polisi aktif ras Warmblood jantan dewasa kebiri (<i>gelding</i>) bulan Februari 2026	23
5	Nilai rata-rata variabel hasil pemeriksaan elektrokardiografi (EKG) pada 10 kuda olahraga polisi aktif ras Warmblood jantan dewasa kebiri (<i>gelding</i>) bulan November 2025 dan Februari 2026	25
6	Nilai hasil pemeriksaan ekokardiografi <i>M-mode</i> pada 10 kuda olahraga polisi aktif ras Warmblood jantan dewasa kebiri (<i>gelding</i>) bulan November 2025	29
7	Nilai hasil pemeriksaan ekokardiografi <i>M-mode</i> pada 10 kuda olahraga polisi aktif ras Warmblood jantan dewasa kebiri (<i>gelding</i>) bulan Februari 2026	30
8	Nilai rata-rata dan rentang hasil pemeriksaan ekokardiografi <i>M-mode</i> berdasarkan umur pada 10 kuda olahraga polisi aktif ras Warmblood jantan dewasa kebiri (<i>gelding</i>)	32
9	Nilai rata-rata dan rentang hasil pemeriksaan ekokardiografi <i>M-mode</i> berdasarkan berat badan pada 10 kuda olahraga polisi aktif ras Warmblood jantan dewasa kebiri (<i>gelding</i>)	34
10	Nilai hasil pemeriksaan aktivitas CK-MB pada 10 kuda olahraga polisi aktif ras Warmblood jantan dewasa kebiri (<i>gelding</i>)	39
11	Nilai minimal dan maksimal rata-rata hasil pemeriksaan aktivitas CK-MB pada 10 kuda olahraga polisi aktif ras Warmblood jantan dewasa kebiri (<i>gelding</i>)	39



DAFTAR GAMBAR

1	Kerangka pemikiran penelitian	6
2	Rongga toraks dan jantung kuda (Budras <i>et al.</i> 2012)	7
3	Klasifikasi jantung berdasarkan tinggi otot papiler (otot besar, ventrikel kanan) (Marr dan Bowen 2021)	8
4	Gambar ekokardiografi jantung kuda <i>2D mode</i> (Marr dan Bowen 2021)	8
5	<i>Ventricular Septal Defect</i> (VSD) jantung kuda (Marr dan Bowen 2021)	9
6	Posisi pemasangan elektroda jantung metode I dan II (Kenchaiwong <i>et al.</i> 2022)	10
7	Hasil EKG pada kuda (Welch-Huston <i>et al.</i> 2020)	10
8	Pandangan ekokardiografi standar untuk penilaian ukuran dan fungsi ventrikel kiri	12
9	Pandangan ekokardiografi standar untuk penilaian ukuran dan fungsi atrium kiri	13
10	Aktivitas CK-MB pada kuda olahraga sebelum dan setelah latihan	14
11	Gambaran hasil pemeriksaan elektrokardiografi <i>lead II</i> pada kuda olahraga polisi aktif ras Warmblood jantan dewasa kebiri (<i>gelding</i>)	22
12	Gambaran hasil pemeriksaan elektrokardiografi <i>lead II</i> dengan gelombang T negatif pada kuda olahraga polisi aktif ras Warmblood jantan dewasa kebiri (<i>gelding</i>)	23
13	Gambaran hasil ekokardiografi kuda olahraga polisi aktif ras Warmblood jantan dewasa kebiri (<i>gelding</i>)	27
14	Gambaran hasil ekokardiografi kuda olahraga polisi aktif ras Warmblood jantan dewasa kebiri (<i>gelding</i>)	28
15	Kecenderungan hubungan nilai rata-rata hasil pemeriksaan HR dan CO pada 10 kuda olahraga polisi aktif ras Warmblood jantan dewasa kebiri (<i>gelding</i>) bulan November 2025 dan Februari 2026	35
16	Kecenderungan hubungan nilai rata-rata hasil pemeriksaan HR dan EF pada 10 kuda olahraga polisi aktif ras Warmblood jantan dewasa kebiri (<i>gelding</i>) bulan November 2025 dan Februari 2026	36
17	Kecenderungan hubungan nilai rata-rata hasil pemeriksaan QRS dan LVIDd pada 10 kuda olahraga polisi aktif ras Warmblood jantan dewasa kebiri (<i>gelding</i>) bulan November 2025 dan Februari 2026	36
18	Kecenderungan hubungan nilai rata-rata hasil pemeriksaan R dan LVIDd pada 10 kuda olahraga polisi aktif ras Warmblood jantan dewasa kebiri (<i>gelding</i>) bulan November 2025 dan Februari 2026	37
19	Kecenderungan hubungan nilai rata-rata hasil pemeriksaan QT dan HR pada 10 kuda olahraga polisi aktif ras Warmblood jantan dewasa kebiri (<i>gelding</i>) bulan November 2025 dan Februari 2026	38