

- 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.

POTENSI PROTEKTIF EKSTRAK DAUN KELOR (*Moringa oleifera* Lam.) TERHADAP AORTA DAN PANKREAS TIKUS OBESITAS YANG DIINDUKSI PAKAN TINGGI LEMAK

YUDHA DWI HARSANTO



**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

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 mengumumikan 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 “Potensi Protektif Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) terhadap Aorta dan Pankreas Tikus Obesitas yang Diinduksi Pakan Tinggi Lemak” 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, Agustus 2026

Yudha Dwi Harsanto
B3501241042

- 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

YUDHA DWI HARSANTO. Potensi Protektif Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) terhadap Aorta dan Pankreas Tikus Obesitas yang Diinduksi Pakan Tinggi Lemak. Dibimbing oleh EVA HARLINA, GUNANTI dan HASIM.

Obesitas merupakan gangguan metabolik yang disertai inflamasi kronis derajat rendah. Aorta dan pankreas rentan mengalami remodeling vaskular, gangguan histoarsitektur, serta peningkatan aktivitas kompensatorik sel β . Daun kelor (*Moringa oleifera* Lam.) mengandung senyawa bioaktif yang berpotensi memiliki aktivitas antioksidan dan antiinflamasi. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh ekstrak daun kelor terhadap profil hemogram, histopatologi dan morfometri aorta serta pankreas, imunoekspresi TNF- α pada aorta, dan imunoekspresi insulin pada pankreas tikus obesitas.

Sebanyak dua puluh ekor tikus Sprague–Dawley jantan dibagi menjadi empat kelompok ($n = 5$), yaitu kontrol normal (KK) yang diberi pakan standar, kontrol negatif (KN) yang diberi pakan tinggi lemak, kontrol positif (KP) yang diberi pakan tinggi lemak dan orlistat 10 mg/kg berat badan, serta perlakuan ekstrak (PE) yang diberi pakan tinggi lemak dan ekstrak daun kelor 500 mg/kg berat badan. Parameter yang diperiksa meliputi hemogram, histopatologi aorta dan pankreas, morfometri ketebalan intima-media aorta dan luas pulau Langerhans, serta imunoekspresi TNF- α dan insulin. Data dianalisis menggunakan ANOVA satu arah dan uji Tukey atau uji Kruskal–Wallis dan Dunn pada $p < 0,05$.

Sebagian besar parameter hemogram tidak berbeda nyata antarkelompok ($p > 0,05$). Monosit KN ($0,16 \pm 0,11 \times 10^3/\mu\text{L}$) lebih rendah dan berbeda nyata dibandingkan KK dan PE (masing-masing $0,32 \pm 0,08 \times 10^3/\mu\text{L}$; $p < 0,05$). Ketebalan intima-media KN ($180,77 \pm 7,71 \mu\text{m}$) lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan KK ($112,15 \pm 36,86 \mu\text{m}$) dan PE ($136,23 \pm 12,49 \mu\text{m}$), sedangkan KP ($165,22 \pm 3,28 \mu\text{m}$) lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan KK ($p < 0,05$). Imunoekspresi TNF- α PE ($1,49 \pm 1,00\%$) lebih rendah dan berbeda nyata dibandingkan KN ($9,33 \pm 1,77\%$) dan KP ($4,45 \pm 1,91\%$; $p < 0,05$), tetapi tidak berbeda nyata dari KK ($0,99 \pm 0,25\%$; $p > 0,05$). Skor edema PE pada pankreas ($0,28 \pm 0,34$) lebih rendah dan berbeda nyata dibandingkan KN ($1,20 \pm 0,37$) dan KP ($1,08 \pm 0,34$; $p < 0,05$). Luas pulau Langerhans PE ($11.019,69 \pm 2.816,56 \mu\text{m}^2$) berbeda nyata dibandingkan KN ($23.906,93 \pm 1.507,57 \mu\text{m}^2$). Imunoekspresi insulin PE ($3,15 \pm 1,39\%$) lebih rendah dan berbeda nyata dibandingkan KN ($8,88 \pm 2,88\%$) dan KP ($7,25 \pm 0,91\%$; $p < 0,05$), tetapi tidak berbeda nyata dari KK ($1,48 \pm 0,61\%$; $p > 0,05$). Dengan demikian, ekstrak daun kelor diduga mampu menekan inflamasi dan remodeling aorta serta memperbaiki perubahan pankreas akibat obesitas.

Kata kunci: imunohistokimia, inflamasi vaskular, profil hemogram, pulau Langerhans, TNF- α

SUMMARY

YUDHA DWI HARSANTO. Protective Potential of Moringa Leaf Extract (*Moringa oleifera* Lam.) against Aorta and Pancreas Alterations in High-Fat Diet-Induced Obese Rats. Supervised by EVA HARLINA, GUNANTI and HASIM.

Obesity is a metabolic disorder accompanied by low-grade chronic inflammation. The aorta and pancreas are susceptible to vascular remodeling, histoarchitectural alterations, and increased compensatory β -cell activity. Moringa leaves (*Moringa oleifera* Lam.) contain bioactive compounds with potential antioxidant and anti-inflammatory activities. This study aimed to analyze the effects of moringa leaf extract on the hemogram profile, histopathological and morphometric changes in the aorta and pancreas, TNF- α immunoexpression in the aorta, and insulin immunoexpression in the pancreas of obese rats.

Twenty male Sprague–Dawley rats were divided into four groups ($n = 5$): a normal control group (KK) receiving a standard diet, a negative control group (KN) receiving a high-fat diet, a positive control group (KP) receiving a high-fat diet and orlistat at 10 mg/kg body weight, and an extract-treated group (PE) receiving a high-fat diet and moringa leaf extract at 500 mg/kg body weight. The evaluated parameters included the hemogram profile, aortic and pancreatic histopathology, morphometric measurements of aortic intima-media thickness and islet of Langerhans area, and TNF- α and insulin immunoexpression. Data were analyzed using one-way ANOVA followed by Tukey's test or the Kruskal–Wallis and Dunn tests at $p < 0.05$.

Most hemogram parameters did not differ significantly among groups ($p > 0.05$). The monocyte count in KN ($0.16 \pm 0.11 \times 10^3/\mu\text{L}$) was significantly lower than those in KK and PE (both $0.32 \pm 0.08 \times 10^3/\mu\text{L}$; $p < 0.05$). Aortic intima-media thickness in KN ($180.77 \pm 7.71 \mu\text{m}$) was significantly greater than those in KK ($112.15 \pm 36.86 \mu\text{m}$) and PE ($136.23 \pm 12.49 \mu\text{m}$), whereas KP ($165.22 \pm 3.28 \mu\text{m}$) was significantly greater than KK ($p < 0.05$). TNF- α immunoexpression in PE ($1.49 \pm 1.00\%$) was significantly lower than those in KN ($9.33 \pm 1.77\%$) and KP ($4.45 \pm 1.91\%$; $p < 0.05$), but did not differ significantly from KK ($0.99 \pm 0.25\%$; $p > 0.05$). The pancreatic edema score in PE (0.28 ± 0.34) was significantly lower than those in KN (1.20 ± 0.37) and KP (1.08 ± 0.34 ; $p < 0.05$). The islet of Langerhans area in PE ($11,019.69 \pm 2,816.56 \mu\text{m}^2$) differed significantly from that in KN ($23,906.93 \pm 1,507.57 \mu\text{m}^2$). Insulin immunoexpression in PE ($3.15 \pm 1.39\%$) was significantly lower than those in KN ($8.88 \pm 2.88\%$) and KP ($7.25 \pm 0.91\%$; $p < 0.05$), but did not differ significantly from KK ($1.48 \pm 0.61\%$; $p > 0.05$). These findings suggest that moringa leaf extract may suppress aortic inflammation and remodeling and ameliorate obesity-induced pancreatic alterations.

Keywords: hemogram profile, immunohistochemistry, islets of Langerhans, TNF- α , vascular inflammation



@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.

© 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.

POTENSI PROTEKTIF EKSTRAK DAUN KELOR (*Moringa oleifera* Lam.) TERHADAP AORTA DAN PANKREAS TIKUS OBESITAS YANG DIINDUKSI PAKAN TINGGI LEMAK

YUDHA DWI HARSANTO

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

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

1. Dr. Rini Madyastuti Purwono, S.Si., M.Si., Apt

Judul Tesis : Potensi Protektif Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.)
terhadap Aorta dan Pankreas Tikus Obesitas yang Diinduksi Pakan
Tinggi Lemak

Nama : Yudha Dwi Harsanto

NIM : B3501241042

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. drh. Eva Harlina, M.Si., APVet

Pembimbing 2:

Prof. Dr. drh. Gunanti, M.S

Pembimbing 3:

Prof. Dr. drh. Hasim, DEA

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 :

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

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala rahmat, karunia, dan pertolongan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul “Potensi Protektif Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) terhadap Aorta dan Pankreas Tikus Obesitas yang Diinduksi Pakan Tinggi Lemak”. Penyelesaian karya ilmiah ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, dan bantuan berbagai pihak sejak tahap persiapan, pelaksanaan penelitian, pengolahan data, hingga penyusunan tesis. Oleh karena itu, dengan penuh hormat dan rasa terima kasih, penulis menyampaikan penghargaan kepada Dr. drh. Eva Harlina, M.Si. selaku ketua komisi pembimbing serta Prof. Dr. drh. Gunanti, M.S. dan Prof. Dr. drh. Hasim, DEA selaku anggota komisi pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, arahan, masukan, serta motivasi selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan tesis ini.

Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada Prof. drh. Bambang Pontjo Priosoeryanto, M.S., Ph.D., APVet, DACCM selaku Ketua Program Studi Ilmu Biomedis Hewan dan Prof. drh. Amrozi, Ph.D. selaku Dekan Sekolah Kedokteran Hewan dan Biomedis atas dukungan akademik dan fasilitas yang diberikan selama penulis menempuh pendidikan. Penulis menyampaikan terima kasih kepada Tim Penelitian Obesitas, yaitu Muhammad Febrian Ar Rahman, Sarah dan Wahdini atas bantuan, kerja sama, kebersamaan, serta dukungan selama pelaksanaan penelitian. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Tim Klinik 822 Vetcare Pontianak atas dukungan, pengertian, dan semangat yang diberikan selama proses pendidikan dan penyelesaian tesis.

Ucapan terima kasih dan penghargaan penulis sampaikan kepada Bupati Kubu Raya, Kepala Dinas Perkebunan dan Peternakan Kabupaten Kubu Raya, H. Elfizar Edrus, S.Sos., S.P., M.Si, serta seluruh jajaran terkait yang telah memberikan dukungan dan kesempatan kepada penulis untuk melanjutkan pendidikan. Dukungan tersebut sangat berarti bagi penulis dalam menjalani seluruh rangkaian pendidikan magister di IPB University.

Penghargaan dan rasa terima kasih yang tulus penulis sampaikan kepada kedua orang tua, Bapak Sarbini dan Ibu Sri Wahyuni, atas doa, nasihat, serta dukungan yang tidak pernah terputus. Terima kasih juga disampaikan kepada Kakak Sari Wahyono, Adik Wendy Sulistiono, S.I.K., M.H., dan drh. Winni Aprianti atas dukungannya. Secara khusus, penulis mempersembahkan karya ini kepada istri tercinta, Reka Kurniawati, S.E., M.Ak., serta anak-anak tersayang, Faizul Ikhwan Elfikri, Amira Raqilla, Jasmine Althafunnisa, dan Aleesha Anindya, yang senantiasa memberikan doa, kasih sayang, kesabaran, pengertian, dan semangat selama penulis menempuh pendidikan.

Penulis berharap karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam bidang biomedis hewan, serta menjadi dasar bagi penelitian lanjutan mengenai pemanfaatan daun kelor sebagai bahan alami untuk membantu mengurangi dampak obesitas terhadap organ tubuh. Semoga segala bantuan, dukungan, dan kebaikan yang telah diberikan oleh semua pihak memperoleh balasan terbaik dari Allah Subhanahu wa Ta'ala.

Bogor, Agustus 2026
Yudha Dwi Harsanto



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Hipotesis	4
1.6 Kerangka Pemikiran	4
II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Obesitas dan Inflamasi Kronis Derajat Rendah	6
2.2 Perubahan Hematologi pada Obesitas	8
2.3 Hewan Coba Model Obesitas	11
2.4 TNF- α sebagai Mediator Inflamasi Obesitas	12
2.5 Aorta sebagai Organ Target Obesitas	13
2.6 Pankreas dan Homeostasis Glukosa pada Obesitas	15
2.7 <i>Moringa oleifera</i> Lam. sebagai Agen Antiinflamasi dan Antioksidan	17
III METODE	20
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.2 Alat dan Bahan	20
3.3 Prosedur Penelitian	20
3.4 Analisis Data	24
IV HASIL	26
4.1 Profil Hemogram	26
4.2 Histologi, Morfometri dan Aktivitas TNF- α Aorta	28
4.3 Histologi, Morfometri dan Aktivitas Sel β Pankreas	32
V PEMBAHASAN	37
5.1 Profil Hemogram	37
5.2 Histologi, Morfometri dan Aktivitas TNF- α Aorta	39
5.3 Histologi, Morfometri dan Aktivitas Sel β Pankreas	42
5.4 Keterbatasan Penelitian	42
VI SIMPULAN DAN SARAN	46
6.1 Simpulan	46
6.2 Saran	46
DAFTAR PUSTAKA	48
RIWAYAT HIDUP	55

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 TABEL

1	Klasifikasi indeks massa tubuh (IMT) menurut World Health Organization	6
2	Interval rujukan 24 variabel hematologi berdasarkan jenis kelamin pada tikus Sprague-Dawley	9
3	Rancangan percobaan penelitian pengaruh ekstrak daun kelor (<i>Moringa oleifera</i>) terhadap profil hemogram dan histopatologi organ pada tikus yang diinduksi obesitas	21
4	Sistem penilaian perubahan patologi pada aorta	22
5	Sistem penilaian perubahan patologi pada pankreas	23
6	Evaluasi skoring histopatologi aorta	30
7	Evaluasi skoring histopatologi pankreas	34

DAFTAR GAMBAR

1	Kerangka pemikiran penelitian potensi protektif ekstrak daun kelor terhadap aorta dan pankreas tikus obesitas yang diinduksi pakan tinggi lemak	5
2	Faktor risiko penyakit yang berhubungan dengan obesitas	8
3	Struktur aorta dan komponen penyusunnya	14
4	Struktur pankreas dan komponen penyusunnya	16
5	Morfologi pohon, bunga dan daun kelor	17
6	Nilai profil hemogram (Eritrosit, Hemoglobin, Hematokrit, Platelet) pada tikus yang diinduksi pakan tinggi lemak dengan dan tanpa terapi	26
7	Nilai profil hemogram (MCV, MCH, MCHC) pada tikus yang diinduksi pakan tinggi lemak dengan dan tanpa terapi	27
8	Nilai profil hemogram (Leukosit, Limfosit, Monosit dan Granulosit) pada tikus yang diinduksi pakan tinggi lemak dengan dan tanpa terapi	27
9	Histopatologi aorta dengan pewarnaan Hematoksin-Eosin (HE) pada perbesaran 100×	29
10	Histopatologi aorta pada tikus yang diberikan pakan tinggi lemak (KN) pewarnaan Hematoksin-Eosin (HE) perbesaran 200×	29
11	Pengukuran morfometri aorta dan rerata ketebalan intima-media aorta pada berbagai kelompok perlakuan	31
12	Rerata imunoekspresi TNF- α pada aorta (%)	31
13	Imunoekspresi TNF- α aorta pada berbagai kelompok (IHK, 400x)	32
14	Histopatologi pankreas dengan pewarnaan Hematoksin-Eosin (HE) pada perbesaran 100×	33
15	Histopatologi pankreas pada tikus yang diberikan pakan standar (KK) dan pakan tinggi lemak (KN) dengan pewarnaan Hematoksin-Eosin (HE) perbesaran 200×	33
16	Pengukuran morfometri pulau Langerhans dan rerata luas pulau Langerhans pada berbagai kelompok perlakuan	35
17	Rerata imunoekspresi Insulin (%) pada berbagai kelompok	35
18	Imunoekspresi insulin pada berbagai kelompok (IHK, 400x)	36