



**POTENSI OSTEOPROTEKTIF EKSTRAK BATANG
PISANG KEPOK (*Musa acuminata*) TERHADAP
KADAR FOSFOR PADA TIKUS MODEL
OSTEOPOROSIS**

Skripsi
Diajukan guna memenuhi
sebagian syarat memperoleh derajat Sarjana Kedokteran
Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan
Universitas Lambung Mangkurat

Oleh
Nasrul Idhafi
2110911210005

**PROGRAM STUDI KEDOKTERAN PROGRAM SARJANA
FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARMASIN**

Desember 2024

PENGESAHAN SKRIPSI

**POTENSI OSTEOPROTEKTIF EKSTRAK BATANG PISANG
KEPOK (*Musa acuminata*) TERHADAP KADAR FOSFOR PADA
TIKUS MODEL OSTEOPOROSIS**

Nasrul Idhafi, NIM: 2110911210005

Telah dipertahankan di hadapan **Dewan Penguji Skripsi**
Program Studi Kedokteran Program Sarjana
Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan
Universitas Lambung Mangkurat
Pada Hari Selasa, Tanggal 17 Desember 2024

Pembimbing I

Nama : Prof. Dr. dr. Zairin Noor, Sp.OT(K), MM
NIP : 196111201988021002

Pembimbing II

Nama : Bambang Setiawan, S.Ked, M.Biomed
NIP : 197903092005011003

Penguji I

Nama : Dr. dr. Oski Illiandri, M.Kes
NIP : 197702212006041001

Penguji II

Nama : dr. Alfi Yasmina, M.Kes, PhD
NIP : 197410041998022001



Di Banjarmasin, 23 Desember 2024
Mengetahui,
Koordinator Program Studi Kedokteran Program Sarjana

Dr. dr. Dwik Dwi Sanyoto, M.Kes, M.Med.Ed
NIP 197203071997021002

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Banjarmansin, 08 Desember 2024



Nasrul Idhafi

ABSTRAK

POTENSI OSTEOPROTEKTIF EKSTRAK BATANG PISANG KEPOK (*Musa acuminata*) TERHADAP KADAR FOSFOR PADA TIKUS MODEL OSTEOPOROSIS

Nasrul Idhafi

Fosfor berperan penting dalam beragam proses, seperti sintesis ATP, transduksi sinyal, dan mineralisasi tulang. Fosfor dalam bentuk ion fosfat (PO_4^{3-}) menyusun sekitar 18% dari berat hidroksiapatit (HAp) $[\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2]$. Kristal ini memberikan kekuatan dan kekakuan pada tulang. Kekurangan fosfor mengakibatkan tidak terbentuknya kristal hidroksiapatit yang stabil, sehingga meningkatkan risiko pengeroposan tulang. Pisang Kepok (*Musa acuminata*) mengandung senyawa bioaktif seperti fenol, flavonoid, monoterponoid, dan alkaloid. Salah satu senyawa yang terkandung dalam tanaman ini adalah triptolid. Triptolid memiliki afinitas tertinggi dan dapat menekan osteoklastogenesis untuk mencegah pengeroposan tulang. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan bukti potensi osteoprotektif ekstrak batang pisang kepok (*Musa acuminata*) melalui perbaikan kadar fosfor tulang pada tikus model osteoporosis. Kadar fosfor dianalisis dari tulang tibia menggunakan ICP-AES. Selanjutnya, dilakukan analisis statistik dengan uji parametrik One-Way ANOVA dan uji Post Hoc menggunakan SPSS. Hasil menunjukkan, pemberian ekstrak batang pisang Kepok (*Musa acuminata*) pada dosis ≤ 50 mg/kg BB memiliki efek osteoprotektif melewati jalur perbaikan mineral fosfor pada tulang.

Kata-kata kunci: fosfor, osteoporosis, *Musa acuminata*

ABSTRACT

OSTEOPROTECTIVE POTENTIAL OF KEPOK BANANA STEM EXTRACT (*Musa acuminata*) ON PHOSPHORUS LEVELS IN OSTEOPOROSIS MODEL RATS

Nasrul Idhafi

*Phosphorus plays an important role in various processes, such as ATP synthesis, signal transduction, and bone mineralization. Phosphorus in the form of phosphate ions (PO_4^{3-}) makes up about 18% of the weight of hydroxyapatite (HAp) [$Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$]. These crystals provide strength and stiffness to bones. Phosphorus deficiency results in the failure to form stable hydroxyapatite crystals, thereby increasing the risk of osteoporosis. Kepok banana (*Musa acuminata*) contains bioactive compounds such as phenols, flavonoids, monoterpenoids, and alkaloids. One of the compounds contained in this plant is triptolide. Triptolide has the highest affinity and can suppress osteoclastogenesis to prevent bone loss. The purpose of this study was to obtain evidence of the osteoprotective potential of kepok banana stem extract (*Musa acuminata*) by improving bone phosphorus levels in osteoporosis model rats. Phosphorus levels were analyzed from the tibia using ICP-AES. Furthermore, statistical analysis was conducted with One-Way ANOVA parametric test and Post Hoc test using SPSS. The results showed that administration of Kepok banana stem extract (*Musa acuminata*) at a dose of ≤ 50 mg/kg BW had an osteoprotective effect through the phosphorus mineral repair pathway in bones.*

Keywords: *phosphorus, osteoporosis, *Musa acuminata**

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **“POTENSI OSTEOPROTEKTIF EKSTRAK BATANG PISANG KEPOK (*Musa acuminata*) TERHADAP KADAR FOSFOR PADA TIKUS MODEL OSTEOPOROSIS”**, tepat pada waktunya.

Skripsi ini disusun untuk memenuhi sebagian syarat guna memperoleh derajat sarjana kedokteran di Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Lambung Mangkurat Banjarmasin. Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Dekan Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan, Prof. Dr. dr. Syamsul Arifin, M.Pd., FISPH, FISCAM yang telah memberi kesempatan dan fasilitas dalam pelaksanaan penelitian.
2. Koordiantor Program Studi Kedokteran Program Sarjana, Dr. dr. Didik Dwi Sanyoto, M.Kes., M.Med.Ed yang telah memberi kesempatan dan fasilitas dalam pelaksanaan penelitian.
3. Kedua dosen pembimbing, Prof. Dr. dr. Zairin Noor, Sp.OT (K), MM dan Bambang Setiawan., S.Ked., M.Biomed yang berkenan memberikan saran dan arahan dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Kedua dosen penguji, Dr. dr. Oski Iliandri, M.Kes dan dr. Alfi Yasmina, M.Kes, PhD yang memberi kritik dan saran sehingga skripsi ini menjadi semakin baik.

5. Departemen Orthopaedi dan biomedik (biokimia dan biologi molekular) Universitas Brawijaya yang berkenan menjadi tempat penelitian.
6. Rekan skripsi saya Regizha Aulia Fahlepi, Divandila Ardinta Cahyani, Gusti Dicky Fatharoni, Merna Agniyanti yang telah kebersamai dari awal dan bekerja sama baik suka maupun duka dalam membantu penelitian serta penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, akan tetapi penulis berharap penelitian ini bermanfaat bagi dunia ilmu pengetahuan.

Banjarmasin, Desember 2024

Penulis

DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--------------------------------------|----------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iii |
| ABSTRAK | iv |
| ABSTRACT | v |
| KATA PENGANTAR | vi |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR TABEL | x |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xii |
| DAFTAR SINGKATAN | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| A. Latar Belakang Masalah | 1 |
| B. Rumusan Masalah | 5 |
| C. Tujuan Penelitian | 5 |
| D. Manfaat Penelitian | 6 |
| E. Keaslian Penelitian | 6 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 8 |
| A. Fosfor (P) | 8 |

| | |
|--|-----------|
| B. Hubungan Hidroksiapatit dengan Fosfor | 10 |
| C. Osteoporosis | 12 |
| D. Remodeling dan Mineralisasi Tulang | 14 |
| E. Senyawa Aktif Pisang Manurun..... | 15 |
| BAB III LANDASAN TEORI DAN HIPOTESIS..... | 17 |
| A. Landasan Teori..... | 17 |
| B. Hipotesis | 21 |
| BAB IV METODE PENELITIAN..... | 22 |
| A. Rancangan Penelitian..... | 22 |
| B. Populasi dan Sampel Penelitian | 22 |
| C. Alat dan Bahan Penelitian..... | 24 |
| D. Variabel Penelitian | 25 |
| E. Definisi Operasional..... | 25 |
| F. Prosedur Penelitian | 26 |
| G. Teknik Pengumpulan dan Pengolahan Data | 29 |
| H. Cara Analisis Data | 29 |
| I. Waktu dan Tempat Penelitian | 29 |
| BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN | 30 |
| BAB VI PENUTUP | 41 |
| A. Simpulan..... | 41 |
| B. Saran | 41 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 42 |
| LAMPIRAN..... | 57 |

DAFTAR TABEL

| Tabel | Halaman |
|--|----------------|
| 1.1 Keaslian Potensi Ekstrak Batang Pisang Kepok (<i>Musa acuminata</i>) Terhadap Kadar Fosfor pada Tikus Model Ovariectomi..... | 6 |
| 2.1 Rata-rata Asupan Fosfor Harian Biasa dan Asupan Fosfor yang Direkomendasikan Berdasarkan Jenis Kelamin dan Usia.... | 8 |
| 2.2 Kriteria WHO untuk Diagnosis Osteoporosis..... | 14 |
| 4.1 Definisi Operasional Potensi Osteoprotektif Ekstrak Batang Pisang Kepok (<i>Musa acuminata</i>) Terhadap Kadar Fosfor pada Tikus Model Osteoporosis..... | 25 |
| 5.1 Skor Afinitas Pengikatan Senyawa Aktif Batang Pisang Kepok (<i>Musa acuminata</i>) dan Alendronat Terhadap <i>Pathway</i> Osteoporosis..... | 32 |

DAFTAR GAMBAR

| Gambar | Halaman |
|--|---------|
| 2.1 Batang Pisang Kepok (<i>Musa acuminata</i>)..... | 16 |
| 3.1 Skema Kerangka Teori Penelitian Potensi Osteoprotektif Ekstrak Batang Pisang Kepok (<i>Musa acuminata</i>) Terhadap Kadar Fosfor pada Tikus Model Osteoporosis..... | 19 |
| 3.2 Skema Kerangka Konsep Penelitian Potensi Osteoprotektif Ekstrak Batang Pisang Kepok (<i>Musa acuminata</i>) Terhadap Kadar Fosfor pada Tikus Model Osteoporosis..... | 20 |
| 4.1 Skema Prosedur Penelitian Potensi Osteoprotektif Ekstrak Batang Pisang Kepok (<i>Musa Acuminata</i>) Terhadap Kadar Fosfor pada Tikus Model Osteoporosis..... | 28 |
| 5.1 Rerata Kadar Fosfor Disetiap Kelompok Perlakuan..... | 30 |
| 5.2 Struktur 3D (1) dan 2D (2) Menunjukkan Interaksi Senyawa Triptolide dengan Wnt, FGF, RANK, BMP, dan Hedgehog..... | 35 |
| 5.3 Peta Visualisasi Jaringan yang Menunjukkan Analisis Klaster Kata Kunci Senyawa Aktif <i>Musa acuminata</i> dan Osteoporosis.... | 36 |
| 5.4 Peta Visualisasi Jaringan yang Menunjukkan Evolusi Frekuensi Kata Kunci dari Waktu ke Waktu. | 39 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | Halaman |
|--|----------------|
| 1. Surat Pernyataan Ketua Peneliti PDWM..... | 58 |
| 2. Surat Izin Penelitian..... | 60 |
| 3. Surat Keterangan Kelaikan Etik..... | 63 |
| 4. Hasil Uji Statistik..... | 64 |
| 5. Dokumentasi..... | 66 |

DAFTAR SINGKATAN

| | |
|-------|--|
| P | : Fosfor |
| ATP | : Adenosine Triphosphate |
| Ca | : Kalsium |
| BMD | : Bone Mineral Density |
| BMI | : Body Mass Index |
| RANKL | : Receptor Activator of Nuclear Factor κ B Ligand |
| RANK | : Receptor Activator of Nuclear Factor κ B |
| OPG | : Osteoprotegerin |
| M-CSF | : Macrophage Colony-Stimulating Factor |
| PI3K | : Phosphoinositide 3-Kinase |
| Akt | : Protein Kinase B |
| ERK | : Extracellular Signal-Regulated Kinase |
| Hap | : Hydroxyapatite |
| CaO | : Kalsium oksida |
| TCP | : Trikalsium fosfat |
| P1CP | : Procollagen Type 1 C-Terminal Propeptide |
| P1NP | : Procollagen Type 1 N-Terminal Propeptide |
| ALP | : Fosfatase Alkali dan protein matriks |
| OC | : Osteokalsin |
| DXA | : Dual-energy x-ray absorptiometry |
| ECM | : Matriks ekstraseluler |
| Wnt | : Wingless-Related Integration Site |
| FGF | : Fibroblast Growth Factor |
| BMP | : Bone Morphogenetic Protein |
| TRP | : Tryptophan |

ALA : *Alanine*
ASN : *Asparagine*
ARG : *Arginine*
TYR : *Tyrosine*
CYS : *Cysteine*
VAL : *Valine*
LEU : *Leucine*
PHE : *Phenylalanine*
PRO : *Proline*