



UNIVERSITAS PERTAHANAN RI

**HUBUNGAN MASSA OTOT DENGAN *BONE MINERAL DENSITY*
BERDASARKAN *SPEED OF SOUND (SOS)* PADA PERSONEL
MILITER BATALYON INFANTERI MEKANIS 203/ARYA
KEMUNING, JAYA SAKTI**

ARYA DUTA DHARMA 320210101015

**Skripsi yang Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam
Mendapatkan Mendapatkan Gelar Sarjana**

FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN

PROGRAM STUDI SARJANA KEDOKTERAN

BOGOR 2025



UNIVERSITAS PERTAHANAN RI

**HUBUNGAN MASSA OTOT DENGAN *BONE MINERAL DENSITY*
BERDASARKAN *SPEED OF SOUND (SOS)* PADA PERSONEL
MILITER BATALYON INFANTERI MEKANIS 203/ARYA
KEMUNING, JAYA SAKTI**

ARYA DUTA DHARMA 320210101015

**Skripsi yang Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam
Mendapatkan Mendapatkan Gelar Sarjana**

FAKULTAS KEDOKTERAN DAN ILMU KESEHATAN

PROGRAM STUDI SARJANA KEDOKTERAN

BOGOR 2025

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama : Arya Duta Dharma
NIM : 320210101015
Program Studi : Program Studi Sarjana Kedokteran
Fakultas : Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan
Judul Skripsi : Hubungan Massa Otot dengan *Bone Mineral Density*
Berdasarkan *Speed of Sound* (SOS) pada Personel
Militer Batalyon Infanteri Mekanis 203/Arya
Kemuning, Jaya Sakti

Dosen Pembimbing I



dr. Alfa Januar Krista, Sp. OT, M. Kes., FICS

Tanggal: 3 Februari 2025

Dosen Pembimbing II



dr. Nunuk Sri Redjeki, Sp. RM

Kolonel Ckm (K) NRP 11930095680468

Tanggal: 3 Februari 2025

Mengetahui,

Kepala Program Studi
Sarjana Kedokteran



dr. Lila Irawati Tjahjo Widuri, M. Kes.,

Sp. An-TI., Subsp. IC (K)

Kolonel Laut (K/W) NRP 12434/P

Tanggal: 05-02-2025

Dekan Fakultas Kedokteran dan Ilmu
Kesehatan



Dr. dr. Prihati Pujowaskito, Sp. JP (K),





FIHA., M.M.R.S.

Mayor Jenderal TNI

Tanggal: 19-02-2025

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

| | |
|----------------|---|
| Nama | : Arya Duta Dharma |
| NIM | : 320210101015 |
| Program Studi: | Program Studi Sarjana Kedokteran |
| Fakultas | : Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan |
| Judul Skripsi | : Hubungan Massa Otot dengan <i>Bone Mineral Density</i> Berdasarkan <i>Speed of Sound (SOS)</i> pada Personel Militer Batalyon Infanteri Mekanis 203/Arya Kemuning, Jaya Sakti |

| No | Nama | Tanda Tangan | Tanggal |
|----|---|--|------------|
| 1 | Dosen Pembimbing I: dr. Alfa Januar Krista, Sp. OT, M. Kes., FICS |  | 17/02 2025 |
| 2 | Pembimbing II: Kolonel Ckm (K) dr. Nunuk Sri Redjeki, Sp. RM |  | 17/2 2025 |
| 3 | Penguji I: Brigjen TNI Dr. dr. Amin Ibrizatun, S.H., M.A.R.S., M.H. |  | 17/2 2025 |
| 4 | Penguji II: Khoirul Ima, S.Ft., M. Biomed. |  | 17/2 2025 |

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul "Hubungan Massa Otot dengan *Bone Mineral Density* Berdasarkan *Speed of Sound* (SOS) pada Personel Militer Batalyon Infanteri Mekanis 203/Arya Kemuning, Jaya Sakti" adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan didalamnya tidak terdapat karya atau sebagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan jenjang apapun di suatu perguruan tinggi; dan sepanjang sepengetahuan saya pula tidak terdapat istilah, frasa, kalimat, paragraf, subbab atau bab dari karya yang pernah ditulis atau diterbitkan, kecuali yang secara tertulis diajukan dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar referensi.

Apabila di kemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan/undang-undang yang berlaku.

Bogor, 17 Januari 2025



Arya Duta Dharma

KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, skripsi dengan judul Hubungan Massa Otot dengan *Bone Mineral Density* Berdasarkan *Speed of Sound* (SOS) pada Personel Militer Batalyon Infanteri Mekanis 203/Arya Kemuning, Jaya Sakti dapat diselesaikan. Penyusunan skripsi ini ditujukan sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Sarjana Kedokteran Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Pertahanan RI.

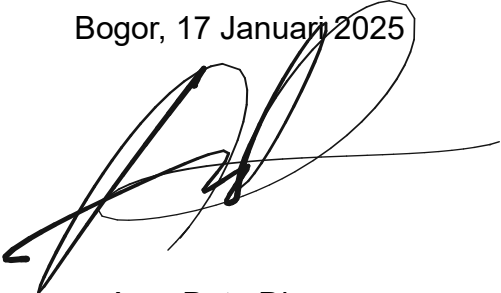
Penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini peneliti mengucapkan terima kasih kepada:

1. dr. Alfa Januar Krista, Sp. OT, M. Kes., FICS dan Kolonel Ckm (K) dr. Nunuk Sri Redjeki, Sp. RM selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan saran, usul, masukan dan dukungan dalam penyusunan skripsi berikut ini.
2. Kepada seluruh dosen dan staff Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Pertahanan RI.
3. Kepada seluruh staf dan tenaga medis Lembaga Kesehatan Militer Angkatan Darat yang telah bersedia untuk bersama-sama melakukan penelitian dan membantu memfasilitasi penelitian ini.
4. Kepada orang tua serta adik yang sangat dicintai dan senantiasa memberi dukungan, dan memberikan semua yang terbaik untuk saya, serta mendoakan dalam segala situasi dan kondisi yang dihadapi.
5. Kepada teman-teman sejawat dan seperjuangan Kadet Mahasiswa Fakultas Kedokteran Unhan Cohort 2.
6. Kepada Kakak L. M. yang selalu memberikan waktu, dukungan, dan doa untuk saya.

Semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan kebaikan semua pihak atas bantuannya.

Peneliti menyadari bahwa skripsi yang disusun masih memiliki keterbatasan. Oleh karena itu dengan kerendahan hati, peneliti mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif demi menyempurnakan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat terhadap pengembangan ilmu dalam bidang kesehatan serta meningkatkan upaya pengembangan penelitian di lingkup militer dan pertahanan.

Bogor, 17 Januari 2025

A handwritten signature in black ink, consisting of several overlapping loops and a long horizontal stroke extending to the right.

Arya Duta Dharma

ABSTRAK

Hubungan Massa Otot dengan *Bone Mineral Density* Berdasarkan *Speed of Sound* (SOS) pada Personel Militer Batalyon Infanteri Mekanis 203/Arya Kemuning, Jaya Sakti

Ketika pandemi COVID-19, terjadi penurunan aktivitas fisik pada masyarakat, yang berujung pada peningkatan risiko cedera muskuloskeletal akibat gaya hidup sedentari. Sebaliknya, prajurit TNI menjalani aktivitas fisik yang jauh lebih intensif untuk menjaga kebugaran tubuh mereka. Aktivitas fisik yang lebih tinggi ini berbanding terbalik dengan gaya hidup sedentari masyarakat umum, yang memengaruhi kondisi otot dan tulang secara berbeda. Untuk memahami korelasi antara besarnya massa otot dengan *bone mineral density* berdasarkan *speed of sound* (sos) pada personel militer Batalyon Infanteri Mekanis 203/Arya Kemuning, Jaya Sakti. Penelitian *cross-sectional* dengan metode observasional analitik dilakukan untuk mendeskripsikan hubungan antara massa otot dengan *bone mineral density*. Pengukuran massa otot menggunakan *bioimpedance analysis* (BIA) dan *bone mineral density* menggunakan *quantitative ultrasound bone densitometer* (QUS). Dari 84 sampel yang dilakukan analisis, menghasilkan koefisien korelasi -0,173 dengan *p-value* 0,116 dari uji Rank Spearman, yang menjadi indikasi bahwa hubungan sangat lemah dan tidak signifikan secara statistik. Uji regresi linear sederhana menghasilkan nilai *R square* sebesar 0,022, nilai tersebut menunjukkan pengaruh variabel massa otot terhadap *bone mineral density* hanya sebesar 2,2%. Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa massa otot bukanlah prediktor yang signifikan untuk *bone mineral density* pada prajurit tersebut.

Kata kunci: Prajurit Militer, Massa Otot, *Bone Mineral Density*, *Quantitative Ultrasound*, *Bioimpedance Analysis*

ABSTRACT

The Relationship Between Muscle Mass and Bone Mineral Density Based on Speed of Sound (SOS) in Personnel of the Batalyon Infanteri Mekanis 203/Arya Kemuning, Jaya Sakti

During the COVID-19 pandemic, there was a decrease in physical activity in society, which led to an increased risk of musculoskeletal injuries due to a sedentary lifestyle. In contrast, TNI soldiers undergo much more intense physical activity to maintain their physical fitness. This higher level of physical activity contrasts with the sedentary lifestyle of the general population, affecting muscle and bone conditions differently. To understand the correlation between muscle mass and bone mineral density based on speed of sound (SOS) in personnel of the Batalyon Infanteri Mekanis 203/Arya Kemuning, Jaya Sakti. This study used a cross-sectional design with an observational analytic method to describe the relationship between muscle mass and bone mineral density. Muscle mass was measured using bioimpedance analysis (BIA) and bone mineral density was measured using a quantitative ultrasound bone densitometer (QUS). Analysis of 84 samples yielded a correlation coefficient of -0.173 with a p-value of 0.116 from the Rank Spearman test, indicating that the relationship is very weak and statistically insignificant. The simple linear regression analysis produces an R square value of 0.022, this value shows the effect of the muscle mass variable on bone mineral density is only 2.2%. This study determines that muscle mass is not a significant factor in predicting bone mineral density among these soldiers.

Keywords: *Military Personnel, Muscle Mass, Bone Mineral Density, Quantitative Ultrasound, Bioimpedance Analysis*

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI | ii |
| PERNYATAAN ORISINALITAS | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| ABSTRAK | vii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR TABEL | xiii |
| DAFTAR SINGKATAN | xiv |
| BAB I | 1 |
| PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 5 |
| 1.3. Tujuan Penelitian | 5 |
| 1.3.1. Tujuan Umum | 5 |
| 1.3.2. Tujuan Khusus | 5 |
| 1.4. Manfaat Penelitian | 6 |
| 1.4.1. Manfaat Akademik | 6 |
| 1.4.2. Manfaat Praktis | 6 |
| BAB II | 8 |
| TINJAUAN PUSTAKA | 8 |
| 2.1. Kajian Pustaka | 8 |
| 2.1.1. Otot | 8 |
| 2.1.2. Tulang | 19 |
| 2.1.3. <i>Quantitative Ultrasound</i> | 27 |
| 2.2. Kerangka Berpikir | 32 |
| 2.2.1. Kerangka Teori | 32 |
| 2.2.2. Kerangka Konsep | 33 |
| 2.3. Hipotesis | 33 |

| | |
|--|-----------|
| BAB III..... | 34 |
| METODOLOGI PENELITIAN | 34 |
| 3.1. Jenis dan Rancangan Penelitian | 34 |
| 3.2. Tempat dan Waktu Penelitian | 34 |
| 3.2.1. Tempat Penelitian | 34 |
| 3.2.2. Waktu Penelitian | 34 |
| 3.3. Alat dan Bahan Penelitian | 35 |
| 3.3.1. Alat | 35 |
| 3.3.2. Bahan | 36 |
| 3.4. Variabel Penelitian..... | 36 |
| 3.5. Kriteria Inklusi dan Eksklusi..... | 41 |
| 3.5.1. Kriteria Inklusi | 41 |
| 3.5.2. Kriteria Eksklusi | 41 |
| 3.6. Populasi dan Sampel | 42 |
| 3.7. Prosedur Penelitian | 43 |
| 3.7.1. Alur Penelitian..... | 43 |
| 3.7.2. Etik Penelitian | 43 |
| 3.7.3. Prosedur Pengambilan Data | 44 |
| 3.7.4. Pengolahan Data | 45 |
| 3.8. Anallsis Data | 46 |
| 3.8.1. Uji Normalitas Data | 46 |
| 3.8.2. Analisis Univariat | 46 |
| 3.8.3. Analisis Bivariat | 47 |
| BAB 4..... | 49 |
| HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 49 |
| 4.1. Hasil..... | 49 |
| 4.1.1. Karakteristik Responden..... | 50 |
| 4.1.2 Analisis Bivariat | 55 |
| 4.2 Pembahasan..... | 61 |
| 4.2.1. Karakteristik massa otot prajurit TNI AD di Batalyon Infanteri Mekanis 203/Arya Kemuning | 61 |

| | | |
|-----------------------------|--|-----------|
| 4.2.2. | Karakteristik <i>bone mineral density</i> prajurit TNI AD di Batalyon Infanteri Mekanis 203/Arya Kemuning | 62 |
| 4.2.3. | Hubungan antara massa otot dengan <i>bone mineral density</i> pada prajurit TNI AD di Batalyon Infanteri Mekanis 203/Arya Kemuning | 63 |
| BAB 5 | | 67 |
| KESIMPULAN DAN SARAN | | 67 |
| 5.1. | Kesimpulan | 67 |
| 5.2. | Saran | 67 |
| LAMPIRAN | | 75 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1 Kerangka Teori | 32 |
| Gambar 2. 2 Kerangka Konsep..... | 33 |
| Gambar 3.1 Alur Penelitian | 43 |
| Gambar 4. 1 Histogram Massa Otot | 52 |
| Gambar 4. 2 Histogram <i>Bone Mineral Density</i> | 54 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2. 1 Studi Kasus dan Penelitian Terdahulu | 28 |
| Tabel 3. 1 Waktu Penelitian..... | 35 |
| Tabel 3. 2 Definisi Operasional Variabel Independen | 36 |
| Tabel 3. 3 Definisi Operasional Variabel Dependen | 37 |
| Tabel 3. 4 Definisi Operasional Variabel Pengganggu..... | 38 |
| Tabel 4.1 Analisis Univariat Massa Otot | 50 |
| Tabel 4.2 Distribusi Kategori Massa Otot | 53 |
| Tabel 4.3 Analisis Univariat Bone Mineral Density | 53 |
| Tabel 4.4 Distribusi Kategori Bone Mineral Density | 55 |
| Tabel 4.5 Hasil Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov | 56 |
| Tabel 4.6 Hasil Uji Korelasi <i>Rank Spearman</i> | 57 |
| Tabel 4.7 Variabel Dimasukkan/Dihapus | 58 |
| Tabel 4.8 Ringkasan Model..... | 58 |
| Tabel 4.9 Hasil Uji ANOVA | 59 |
| Tabel 4.10 Koefisien | 60 |

DAFTAR SINGKATAN

| | |
|------------|---|
| ASMI | <i>Appendicular Skeletal Muscle Mass Indeks</i> |
| ATP | <i>Adenosine Triphosphate</i> |
| BIA | <i>Bioimpedance Analysis</i> |
| BMD | <i>Bone Mineral Density</i> |
| DM | Diabetes Melitus |
| DPA | <i>Dual-energy photon absorptiometry</i> |
| DXA | <i>Dual-energy X-ray absorptiometry</i> |
| IL | Interleukin |
| MP | Metilprednisolon |
| OPG | Osteoprotegerin |
| PST | <i>Physical Stress Theory</i> |
| QUS | <i>Quantitative Ultrasound</i> |
| RANKL | <i>Receptor Activator of Nuclear Factor-κB Ligand</i> |
| SARS-CoV-2 | <i>Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus 2</i> |
| SPA | <i>Single-energy photon absorptiometry</i> |
| Th | T-helper |
| TNI | Tentara Nasional Indonesia |

**LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Pertahanan Republik Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Arya Duta Dharma
NIM : 320210101015
Program Studi : Kedokteran
Fakultas : Kedokteran dan Ilmu Kesehatan
Jenis Karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pertahanan Republik Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Hubungan Massa Otot dengan Bone Mineral Density Berdasarkan Speed Of Sound (SOS) pada Personel Militer Batalyon Infanteri Mekanis 203/Arya Kemuning, Jaya Sakti.

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif ini Universitas Pertahanan Republik Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Bogor

Pada tanggal : 20 Februari 2024

Yang menyatakan



Arya Duta Dharma

NIM. 320210101015

