



UNIVERSITAS PERTAHANAN RI

PENENTUAN AKUMULASI RADIOFARMAKA *TECHNETIUM-99 METASTABIL METHYLENE DIPHOSFONATE* (TC^{99M} MDP) DI DAERAH KEPALA, TORAKS, DAN TULANG PANGGUL PADA PASIEN KANKER PAYUDARA DI RUMAH SAKIT PUSAT ANGKATAN DARAT GATOT SOEBROTO

AGNES SPRAKEZIA LUBIS

320200304001

Skripsi yang Ditulis untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
dalam Mendapatkan Gelar Sarjana

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM MILITER
PROGRAM STUDI FISIKA

BOGOR, 2024

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama : Agnes Sprakezia Lubis
NIM : 320200304001
Program Studi : Fisika
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
Judul Proposal : Penentuan Akumulasi Radiofarmaka *Technetium-99*
Skrripsi *Metastabil Methylene Diphosponate* (Tc^{99m} MDP) di
Daerah Kepala, Toraks, dan Tulang Panggul pada
Pasien Kanker Payudara di Rumah Sakit Pusat
Angkatan Darat Gatot Soebroto

Dosen Pembimbing 1



Raditya Faradina Pratiwi, S.Si., MHC

NIP. 198708242022032001

Tanggal: ...22 Juli... 2024

Dosen Pembimbing 2



Intan Apriliani Syaridatul Mu'minah, M.Si

Tanggal: ...22 Juli... 2024

Mengetahui,

Kepala Program Studi



M. Zuhni P., S.Si., M.Eng.

Kolonel Tek. NRP. 522657

Tanggal: ...25 Juli... 2024

Dekan Fakultas MIPA Militer



Dr. Ir. Ence Darmo Jaya Supena, M.Si.

Pembina Utama Muda IV/c

Tanggal: ...25 Juli... 2024

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Nama : Agnes Sprakezia Lubis
 NIM : 320200304001
 Program Studi : Fisika
 Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer
 Judul Proposal : Penentuan Akumulasi Radiofarmaka *Technetium-99*
 Skripsi *Metastabil Methylene Diphosponate (Tc^{99m} MDP)* di
 Daerah Kepala, Toraks, dan Tulang Panggul pada
 Pasien Kanker Payudara di Rumah Sakit Pusat
 Angkatan Darat Gatot Soebroto

No	Nama	Tanda Tangan	Tanggal
1	Dosen Pembimbing I: Raditya Faradina Pratiwi, S.Si., MHC NIP. 198708242022032001		22/7/2024
2	Dosen Pembimbing II: Intan Apriliani Syaridatul Mu'minah, M.Si		22/7-2024
3	Dosen Penguji I: Aditya Tri Oktaviana S.Si., M.Si NIP. 199210082022031003		22/7-2024
4	Dosen Penguji II: Dr. Mutia Meireni, S.S.T., M.Sc., M.Si NIP. 198905242022032003		22/7-2024

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau bagian karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan jenjang apapun di suatu Perguruan Tinggi; dan sepanjang sepengetahuan saya juga 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 dikemudian hari terbukti bahwa terdapat plagiat dalam skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan/undang-undang yang berlaku.

Bogor, 22 Juli 2024



Agnes Sprakezia Lubis



Agnes Sprakezia Lubis

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya penulisan skripsi dengan judul: "Penentuan Akumulasi Radiofarmaka *Technetium-99 Metastabil Methylene Diphosponat* (TC^{99m} MDP) di Daerah Kepala, Toraks, dan Tulang Panggul pada Pasien Kanker Payudara di Rumah Sakit Pusat Angkatan Darat Gatot Soebroto" dapat diselesaikan. Penyusunan skripsi ini ditujukan sebagai salah satu syarat dalam memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer Universitas Pertahanan Republik Indonesia.

Penyusunan skripsi ini dapat diselesaikan berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Ir. Ense Darmo Jaya Supena, M.Si selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer, Universitas Pertahanan RI, Bogor.
2. Kolonel Tek. M. Zuhair P., S.Si., M.Eng selaku Kepala Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer, Universitas Pertahanan RI, Bogor.
3. Raditya Faradina Pratiwi, S.Si., MHC selaku pembimbing utama yang dengan penuh kearifan telah menyediakan waktu, tenaga, dan pemikirannya dalam membimbing penulis.
4. Intan Apriliani Syaridatul Mu'minah, M.Si selaku pembimbing yang telah meluangkan waktu dan pemikirannya dalam membimbing penulis dan memberikan masukan kepada penulis.
5. Ryo Rachman Harade S.Si selaku pembimbing lapangan yang telah meluangkan waktu dan pemikirannya dalam membimbing dan memberikan masukan kepada penulis.

6. Seluruh staf pengajar dan staf administrasi Prodi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Militer Universitas Pertahanan RI atas jasanya dalam mengajar dan melayani penulis.
7. Pihak RSPAD Gatot Soebroto, khususnya Instalasi Kedokteran Nuklir, yang telah membantu memperoleh data yang dibutuhkan penulis.
8. Bapak Pintor Lubis, Ibu Erniwaty Hutagalung, Kak Anita Stephanie Lubis, Alphian Sucipto Lubis, Ardyka Steven Lubis, Angga Seba Lubis, dan seluruh keluarga yang senantiasa mendukung penulis.
9. Jihan Anavisha dan Olivia Thresnayu Cahayaputri selaku sahabat dan teman seperjuangan Fisika angkatan 2020 serta adik-adik angkatan 2021-2024 yang senantiasa menemani dan mendukung penulis.
10. Semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu.

Dalam penulisan skripsi, penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi. Akhir kata penulis berharap, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat terhadap pengembangan ilmu pertahanan dan bermanfaat bagi semua pihak terkait dalam upaya pemanfaatan radiofarmaka di bidang kesehatan.

Bogor, 25 Juli 2024

Agnes Sprakezia Lubis

ABSTRAK

PENENTUAN AKUMULASI RADIOFARMAKA *TECHNETIUM-99* METASTABIL METHYLENE DIPHOSPHONATE (Tc^{99m} MDP) DI DAERAH KEPALA, TORAKS, DAN TULANG PANGGUL PADA PASIEN KANKER PAYUDARA DI RUMAH SAKIT PUSAT ANGKATAN DARAT GATOT SOEBROTO

Telah dilakukan penelitian penentuan akumulasi radiofarmaka *Technetium-99 metastabil Methylene Dhiposponat* (Tc^{99m} MDP) di daerah kepala, toraks, dan tulang panggul pada 50 orang pasien kanker payudara yang dilakukan *bone scan* di Rumah Sakit Pusat Angkatan Darat Gatot Soebroto menggunakan kamera gamma. Pada penelitian ini digunakan teknik ROI (*Region of Interest*) untuk menentukan akumulasi aktivitas radiofarmaka. Data diolah menggunakan *Microsoft Excel* dan dianalisis menggunakan *software Origin*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa untuk tulang yang tidak memiliki metastasis: rata-rata akumulasi radiofarmaka Tc^{99m} MDP pada daerah kepala (0.163 ± 0.037) mCi, pada toraks (0.227 ± 0.035) mCi, pada panggul anterior (0.168 ± 0.028), dan pada panggul posterior (0.172 ± 0.028) mCi; rata-rata persentase *uptake* radiofarmaka Tc^{99m} MDP daerah kepala 2.862%, pada toraks 3.973%, pada panggul anterior 2.965%, dan pada panggul posterior 3.036%. Untuk tulang yang memiliki metastasis: rata-rata akumulasi radiofarmaka Tc^{99m} MDP pada daerah kepala (0.165 ± 0.052) mCi, pada toraks (0.236 ± 0.037) mCi, pada panggul anterior (0.205 ± 0.041) mCi, dan pada panggul posterior (0.212 ± 0.056) mCi; rata-rata persentase *uptake* radiofarmaka Tc^{99m} MDP daerah kepala 2.919%, pada toraks 4.219%, pada panggul anterior 3.665%, dan pada panggul posterior 3.966%. Nilai akumulasi dan persentase *uptake* tertinggi terdapat pada toraks. Pasien yang kankernya sudah bermetastasis pada organ tertentu memiliki akumulasi yang tinggi pada organ tersebut dibandingkan pasien tanpa metastasis karena tulang yang sudah mengalami metastasis akan lebih banyak menyerap dan menangkap zat radiofarmaka dibandingkan tulang normal.

Kata kunci: ROI, akumulasi dosis radiofarmaka, Tc^{99m} MDP, kamera gamma, kanker payudara, metastasis.

ABSTRACT

DETERMINATION OF RADIOFARMACY ACCUMULATION OF TECHNETIUM-99 METASTABLE METHYLENE DIPHOSPHONATE (Tc^{99m} MDP)) IN THE HEAD, THORACY AND PELVIC BONE REGOINS IN BREAST CANCER PATIENTS AT THE GATOT SOEBROTO ARMY CENTER HOSPITAL

A study was conducted to determine the accumulation of radiopharmaceutical Technetium-99 metastable Methylene Dhiposponat (Tc^{99m} MDP) in the head, thorax, and pelvic bone area in 50 breast cancer patients who performed bone scans at Gatot Soebroto Army Center Hospital using a gamma camera. In this study, the ROI (Region of Interest) technique was used to determine the accumulated radiopharmaceutical activity. The data was processed using Microsoft Excel and analyzed using Origin software. The results showed that for bones without metastases: the average accumulation of Tc^{99m} MDP radiopharmaceuticals in the head region (0.163 ± 0.037) mCi, in the thorax (0.227 ± 0.035) mCi, in the anterior pelvis (0.168 ± 0.028), and in the posterior pelvis (0.172 ± 0.028) mCi; the average percentage uptake of Tc^{99m} MDP radiopharmaceuticals in the head region 2.862%, in the thorax 3.973%, in the anterior pelvis 2.965%, and in the posterior pelvis 3.036%. For bones with metastases: mean accumulation of Tc^{99m} MDP radiopharmaceuticals in the head region (0.165 ± 0.052) mCi, in the thorax (0.236 ± 0.037) mCi, in the anterior pelvis (0.205 ± 0.041) mCi, and in the posterior pelvis (0.212 ± 0.056) mCi; mean uptake percentage of Tc^{99m} MDP radiopharmaceuticals in the head region 2.919%, in the thorax 4.219%, in the anterior pelvis 3.665%, and in the posterior pelvis 3.966%. The highest accumulation and uptake percentage values were found in the thorax. Patients whose cancer has metastasized to certain organs have high accumulation in these organs compared to patients without metastasis because bones that have metastasized will absorb and capture more radiopharmaceutical substances than normal bones.

Keywords: ROI, radiopharmaceutical dose accumulation, Tc^{99m} MDP, gammacamera, breast cancer, metastasis.

DAFTAR ISI

UNIVERSITAS PERTAHANAN RI	i
LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
KATA PENGANTAR	v
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Landasan Teori.....	6
2.1.1 Kedokteran Nuklir.....	6
2.1.2 Radioaktivitas	10
2.1.3 Technetium-99 Metastabil (Tc^{99m}).....	11
2.1.4 Dose Calibrator.....	12
2.1.5 Teknik ROI.....	13
2.1.6 Payudara	14
2.2 Hasil Penelitian Terdahulu.....	17
2.3 Kerangka Berpikir	20
2.4 Hipotesis	21
BAB III METODE PENELITIAN.....	22
3.1 Metode dan Desain Penelitian	22
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.3 Alat dan Bahan	22

3.4	Variabel Penelitian.....	27
3.5	Kriteria Inklusi dan Eksklusi	27
3.6	Populasi dan Sampel.....	28
3.7	Prosedur Penelitian	29
3.8	Metode dan Analisis Data	30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		33
4.1	Hasil Penelitian	33
4.1.1	Data Demografi Sampel.....	33
4.1.2	Radiofarmaka.....	34
4.1.3	Akumulasi Aktivitas Radiofarmaka Tc^{99m} MDP.....	36
4.1.4	Persentase <i>Uptake</i> Radiofarmaka Tc^{99m} MDP	38
4.2	Pembahasan.....	40
4.2.1	Akumulasi Aktivitas Radiofarmaka Tc^{99m} MDP.....	40
4.2.2	Persentase <i>Uptake</i> Radiofarmaka Tc^{99m} MDP.....	42
4.2.3	Hubungan Akumulasi Aktivitas dengan Persentase <i>Uptake</i> Radiofarmaka Tc^{99m} MDP.....	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		47
5.1	Kesimpulan	47
5.2	Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA.....		49
DAFTAR LAMPIRAN.....		54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Prinsip Dasar dan Komponen Kamera Gamma.....	7
Gambar 2.2	Citra Bone Scan pada (a) Pasien Normal dan (b) Pasien dengan Metastasis.....	10
Gambar 2.3	Peluruhan Aktivitas Secara Eksponensial	11
Gambar 2.4	Peluruhan Radioisotop Mo^{99} Menjadi Ru^{99}	12
Gambar 2.5	Ruang Dose Calibrator.....	13
Gambar 2.6	Anatomi Payudara.....	15
Gambar 2.7	Bagan Kerangka Pemikiran.....	20
Gambar 3.1	Kamera Gamma SPECT/CT.....	23
Gambar 3.2	Komputer Akuisisi dan Proses Data.....	24
Gambar 3.3	<i>Dose Calibrator</i>	25
Gambar 3.4	Radiofarmaka $\text{Tc}^{99\text{m}}$ MDP	26
Gambar 3.5	Generator Mo^{99}	26
Gambar 4.1	Distribusi Usia Sampel Penderita Kanker Payudara.....	34
Gambar 4.2	Dosis Injeksi Radiofarmaka $\text{Tc}^{99\text{m}}$ MDP.....	35
Gambar 4.3	Hasil Pencitraan <i>Bone Scan</i> dengan Dibuat ROI pada 4 Titik Pengukuran yaitu: Daerah Kepala, Toraks, Panggul Anterior, dan Panggul Posterior, (a) Sampel Tanpa Metastasis dan (b) Sampel Dengan Metastasis	36
Gambar 4.4	Pola (<i>Trend</i>) Aktivitas Radiofarmaka $\text{Tc}^{99\text{m}}$ MDP.....	37
Gambar 4.5	Pola (<i>Trend</i>) Persentase <i>Uptake</i> Radiofarmaka $\text{Tc}^{99\text{m}}$ MDP	39
Gambar 4.6	Hubungan Antara Akumulasi Aktivitas dengan Persentase <i>Uptake</i> pada (a) Daerah Kepala, (b) Toraks, (c) Tulang Panggul Anterior, dan (d) Tulang Panggul Posterior	43
Gambar 4.7	Data Metastasis Sampel	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perkembangan Penelitian Mengenai Analisa Akumulasi Aktivitas dan Persentase <i>Uptake</i> Radiofarmaka Tc^{99m} MDP pada Kanker Payudara	17
Tabel 3.1 Spesifikasi Teknik SPECT/CT <i>Bright View and XCT Detector</i> ..	23



DAFTAR SINGKATAN

SPECT	:	<i>Single Photon Emission Computed Tomography</i>
Tc ^{99m}	:	<i>Technetium-99 metastabil</i>
Tc ^{99m} MDP	:	<i>Tc^{99m} Methylene Diphosphonate</i>
ROI	:	<i>Region of Interest</i>
DIP	:	<i>Digital Image Processing</i>
NaI	:	Natrium Iodida
PMT	:	Photomultiplier
PHA	:	<i>Pulse Height Analyzer</i>
FSH	:	<i>Follicle stimulating hormone</i>
NRC	:	<i>Nuclear Regulatory Commission</i>
APD	:	Alat Pelindung Diri
LEGP	:	<i>Low Energy General Purpose</i>
TLD	:	<i>Thermoluminescence Dosimeter</i>
KN	:	Kedokteran Nuklir



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

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

Nama : Agnes Sprakezia Lubis
NIM : 320200304001
Program Studi : Sarjana Fisika
Fakultas : FMIPA Militer
Jenis Karya : Skripsi

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

Penentuan Akumulasi Radiofarmaka *Technetium-99 Metastabil Methylene Diphosphonate* (Tc^{99m} MDP) di Daerah Kepala, Toraks, dan Tulang Panggul pada Pasien Kanker Payudara di Rumah Sakit Pusat Angkatan Darat Gatot Soebroto

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif 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 : 25 Juli 2024
Yang menyatakan



Agnes Sprakezia Lubis
NIM. 320200304001