

Analisis Sisa Radiofarmaka Teknesium-99m MDP Pada Pemeriksaan Sidik Tulang Di Instalasi Kedokteran Nuklir

Nathania Anggi Darmawan

Program Studi Fisika Fakultas Sains Teknologi Dan Matematika
Universitas Matana

Email: nathaniaanggidarmawan@gmail.com

Taat Guswantoro

Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan
Universitas Kristen Indonesia

Email: taat.guswantoro@uki.ac.id

Abstract. Bone cancer that has metastasized can be detected through a bone fingerprint examination, which involves the injection of tc-99m with the pharmaceutical Methylene Diphosphate (MDP). Bone prints are often used to trigger possible metastases of cancer to the bone, which is a major health problem for women worldwide. This study aims to activate the described organ uptake and residual radiopharmaceuticals in bone prints using the Region of Interest (ROI) method. The research was conducted on five datasets of patients with breast cancer. The patient received an intravenous injection of tc-99m MDP and, three hours later, underwent a bone fingerprint examination with a gamma camera. The image results from the gamma camera were processed using the ROI technique and analyzed further using statistical methods. The research findings showed that the five patients experienced an average reduction in residual radiopharmaceuticals of 2.965945119 mCi. Several factors, such as examination time, radiopharmaceutical dose, and body metabolism, influence the decay of radioactive activity in the body. The calculation of the absorption percentage for the five patients showed variations between 19,0070697% and 35,10157519%.

Keywords: Residual radiopharmaceuticals, bone scan, tc-99m MDP, uptake, nuclear medicine.

Abstrak. Kanker tulang yang telah bermetastasis dapat terdeteksi melalui pemeriksaan sidik tulang yang melibatkan injeksi tc-99m dengan farmaka Methylene Diphosphonate (MDP). Sidik tulang sering digunakan untuk mengevaluasi kemungkinan metastasis kanker ke tulang, yang merupakan masalah kesehatan utama bagi wanita di seluruh dunia. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi uptake organ yang dianalisis dan sisa radiofarmaka dalam sidik tulang menggunakan metode *Region of Interest* (ROI). Penelitian dilakukan pada lima dataset pasien dengan kanker payudara. Pasien menerima injeksi tc-99m MDP secara intravena, dan tiga jam kemudian menjalani pemeriksaan sidik tulang dengan kamera gamma. Hasil citra dari kamera gamma diolah menggunakan teknik ROI dan dianalisis lebih lanjut dengan metode statistik. Temuan penelitian menunjukkan bahwa kelima pasien tersebut mengalami penurunan rerata sisa radiofarmaka sebesar 2,965945119 mCi. Beberapa faktor seperti waktu pemeriksaan, dosis radiofarmaka, dan metabolisme tubuh mempengaruhi peluruhan aktivitas radioaktif dalam tubuh. Perhitungan persentase uptake dari kelima pasien menunjukkan variasi antara 19,0070697% hingga 35,10157519%.

Kata kunci: Sisa radiofarmaka, sidik tulang, tc-99m MDP, uptake, kedokteran nuklir.

LATAR BELAKANG

Pemeriksaan sidik tulang biasanya dilakukan untuk menilai apakah kanker telah bermetastasis ke tulang. Pasien yang menjalani pemeriksaan ini diinjeksikan dengan radiofarmaka, yang paling sering digunakan adalah Methylene Diphosphonate (MDP) dengan dosis sekitar 10 – 20 mCi, dan observasi dilakukan selama dua sampai tiga jam, sesuai dengan waktu paruh radioisotop. Pemeriksaan sidik tulang ini paling umum dilakukan pada pasien

kanker payudara, mengingat tulang merupakan lokasi yang sering terkena metastasis pada kanker payudara (Panjaitan et al., 2021).

Kanker payudara menjadi salah satu masalah kesehatan utama bagi wanita di seluruh dunia, dan data dari Globocan pada tahun 2018 menunjukkan bahwa kanker payudara menduduki peringkat kedua dalam jumlah kasus baru setelah kanker paru-paru. Metastasis menjadi penyebab utama kematian pada kasus kanker payudara (Bray et al., 2018).

METODE PENELITIAN

Region of Interest (ROI)

Penelitian ini menggunakan data primer yang diperoleh dari kamera gamma disalah satu rumah sakit jakarta. Penelitian diawali dengan mengumpulkan literatur-literatur untuk dijadikan acuan referensi. Data yang digunakan adalah lima dataset pasien yang bersifat pasif pada kasus kanker payudara yang melakukan pemeriksaan sidik tulang yang diinjeksikan 12 mCi. Dari hasil pemindaian sidik tulang didapatkan citra pasien yang kemudian diolah dengan menggunakan teknik *Region of Interest (ROI)*. Proses penggunaan teknik ROI melibatkan beberapa langkah:

1. Citra dari kamera gamma diolah dengan menggunakan teknik ROI, yang mencakup seluruh tubuh dan kandung kemih pada gambar anterior dengan bentuk persegi panjang.
2. Data hasil ROI ditampilkan pada monitor dalam bentuk angka. Data tersebut masih dalam satuan *count*, yang nantinya akan dikonversi ke dalam satuan mCi dengan mengalikan dengan faktor koreksi.
3. Hasil dari ROI diolah lebih lanjut menggunakan metode statistik, dan data tersebut dianalisis untuk menentukan aktivitas tc-99m yang terendap dalam organ yang diteliti.

Menurut Arifah et al (2021), nilai yang dihasilkan berupa mCi, yang dihitung menggunakan suatu persamaan (1).

$$A = Count \times Fkoreksi \quad (1)$$

Keterangan

A : Aktivitas (mCi)

Count : Cacah organ (cps/cpm)

Fkoreksi : Faktor koreksi (cacah 1 mCi).

Sisa Radiofarmaka

Proses penentuan nilai ROI pada seluruh tubuh dan kandung kemih dilakukan dengan mengalikan nilai A_r dan A_v dari setiap data yang ada. Perhitungan tersebut dapat ditunjukkan pada persamaan (2).

$$\text{Sisa radiofarmaka} = A_r \times A_v (\text{seluruh tubuh}) - A_r \times A_v (\text{kandung kemih}) \quad (2)$$

Data yang diperoleh masih dalam satuan *count* dan selanjutnya diolah dengan membaginya dengan lama pemeriksaan untuk mendapatkan data dalam satuan cps/cpm, menggunakan persamaan (3).

$$\text{Sisa radiofarmaka} = \text{Count} / (\text{lama pemeriksaan}) \quad (3)$$

Dikarenakan satuan aktivitas yang diinginkan adalah dalam mCi, langkah selanjutnya adalah mengkonversi data cpm ke dalam mCi.

$$\text{Sisa radiofarmaka} = \text{cpm} \times F_{\text{koreksi}} (\text{mCi/cpm}) \quad (4)$$

Uptake

Persentase uptake dalam kedokteran nuklir mencerminkan jumlah radiofarmaka yang dapat ditangkap oleh organ target. Nilai aktivitas yang dihasilkan dari persamaan (4) dibandingkan dengan aktivitas awal yang diberikan (12 mCi), sehingga dapat diperoleh distribusi uptake. (Arifah et al. 2021).

$$\%Uptake = (A/A_o) \times 100 \quad (5)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sidik Tulang Pasien Kanker Payudara

Berdasarkan data yang dilaporkan oleh *International Agency for Research on Cancer* pada tahun 2020, diperkirakan terdapat 19,3 juta kanker baru, dan kanker payudara merupakan kanker yang paling banyak didiagnosis, dengan rata-rata lebih dari dua juta kasus dengan

didominasi oleh wanita. Sehingga, hal tersebut menjadi penyebab utama kasus kematian pada wanita. (Sung et al., 2021).

Penyebab utama kematian yang paling umum terjadi pada kanker payudara adalah proses metastasis yang melibatkan penyebaran sel-sel kanker ke bagian tubuh yang jauh dari lokasi asalnya. Tulang menjadi lokasi paling umum dari metastasis jauh pada kanker payudara, dan sering kali menjadi tempat pertama terkena pada sebagian perempuan dengan kanker payudara stadium lanjut. metastasis tulang pada kanker payudara cenderung muncul dalam bentuk lesi yang tersebar di beberapa lokasi, meskipun dalam beberapa kasus, dapat juga terjadi sebagai lesi tulang tunggal, yang tetap merepresentasikan suatu bentuk metastasis tulang (Panjaitan et al., 2021).

Pemeriksaan sidik tulang memiliki tujuan utama dalam mendeteksi dini proses metastasis kanker ke tulang. Keunggulan pemeriksaan ini terletak pada tingkat sensitivitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode lain, seperti foto sinar-X. Melalui sidik tulang, pemeriksaan lebih spesifik dalam mengidentifikasi masalah pada metabolisme tulang dan memberikan gambaran yang lebih detail terkait sejauh mana penyebaran sel kanker. Sidik tulang juga memberikan gambaran penuh mulai dari tulang kepala hingga tulang kaki. Pada pasien dengan stadium lanjut dan gejala yang muncul, pemeriksaan sidik tulang menjadi sangat dianjurkan sebagai langkah periodik untuk memantau perkembangan keganasan kanker secara lebih terperinci (Sudaryatmi et al., 2021).

Pemeriksaan sidik tulang dilakukan sekitar tiga sampai empat jam setelah penyuntikan radiofarmaka, dengan ^{99m}Tc MDP (methylene diphosphonate) radiofarmaka umumnya digunakan dalam jumlah 15–20 mCi. Pemeriksaan sidik tulang umumnya dilakukan dalam satu fase dengan durasi sekitar 10 - 15 menit, tergantung pada tinggi badan dan kecepatan pengambilan tiap frame. Namun, jika terdapat kecurigaan adanya kanker baru atau hasil citra kurang jelas, proses pemeriksaan dapat diulang sesuai kebutuhan. Setelah pemeriksaan selesai, pasien disarankan untuk banyak minum air dan sering buang air kecil selama 24 – 48 jam berikutnya untuk membantu mengeluarkan sisa-sisa zat radiofarmaka yang masih ada dalam tubuh.

Sisa Radiofarmaka ^{99m}Tc Pasca Injeksi Pada Pasien Kanker Payudara

Pengambilan data diambil dari data pasif. Pada penelitian ini, subjek sampel yang digunakan adalah lima pasien wanita penderita kanker payudara. Data awal pasien telah dikumpulkan dan terdokumentasi dalam Tabel 4.1. Tabel tersebut mencantumkan dosis injeksi,

nilai Area (Ar, mm sq) dan nilai Average (Av, count) pada seluruh tubuh dan kandung kemih. Selama pemeriksaan sidik tulang, setiap pasien menerima dosis injeksi sebesar 12 mCi, yang sama untuk kelima pasien. Data mengenai Ar dan Av diperoleh melalui teknik *Region of Interest* (ROI) pada bagian anterior. Rerata umur pasien pada kelima data tersebut adalah 50 tahun.

Prosedur kedokteran nuklir memanfaatkan radiofarmaka untuk diagnosis dan pengobatan berbagai kondisi medis, baik yang bersifat jinak maupun ganas. Pasca-pemberian radiofarmaka, sebagian zat akan menempel pada jaringan yang dituju, sementara sisanya akan diekskresikan. Proses ekskresi sisa radiofarmaka terdapat dua cara, yaitu dibuang meluruh secara fisika dan dibuang meluruh secara biologi. Meluruh melalui biologi ini dapat berupa keringat, urin, dan/atau feses. Proses eliminasi radiofarmaka dalam tubuh, terutama melalui pembuangan urin, menunjukkan variasi yang signifikan antara pasien. Volume urin yang dikeluarkan oleh masing-masing pasien setiap hari dapat bervariasi, menciptakan perbedaan dalam jumlah radiofarmaka yang dikeluarkan melalui urin pada setiap individu.

Tabel 1. Dosis Injeksi dan Hasil ROI

Inisial Pasien	Dosis Injeksi (mCi)	Ar (Seluruh Tubuh) (mm sq)	Av (Seluruh Tubuh) (count)	Ar (Kandung Kemih) (mm sq)	Av (Kandung Kemih) (count)
Ny. NI	12	1038405,6	7,6	5085,6	38,2
Ny. NAH	12	1016282	7,4	3398,2	56,8
Ny. S	12	1033320	9,4	4812,2	54,1
Ny. A	12	1159874,8	7,8	4749,7	61,1
Ny. FH	12	971464,4	14,9	10249,4	33

Dalam Tabel 1, menunjukan hasil perhitungan dari sisa aktivitas yang beredar dalam tubuh dengan menggunakan persamaan 2 dan 3 dengan satuan cps/cpm. Kemudian dengan menggunakan persamaan (4), nilai cacahan pada masing-masing organ dihitung dengan faktor koreksi, $1 \text{ mCi} = 281632 \text{ cpm}$ (Khairah, 2011), sehingga diperoleh nilai aktivitas dosis radiofarmaka dalam satuan mCi.

Tabel 2. Lama Pemeriksaan dan Sisa Aktivitas Radiofarmaka

Inisial Pasien	Lama Pemeriksaan	Sisa Radiofarmaka (counts)	Sisa Radiofarmaka (cpm)	Sisa Radiofarmaka (mCi)
Ny. NI	11,98333333	7697612,64	642359,8865	2,280848364
Ny. NAH	9,666666667	7327469,04	758014,0386	2,691505364
Ny. S	11,75	9452867,98	804499,4026	2,856562474
Ny. A	11,15	8756816,77	785364,7327	2,788620372
Ny. FH	11,91666667	14136589,36	1186287,219	4,212189023

Tabel 2 menunjukkan variasi waktu pemeriksaan antara kelima pasien, dimana hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti tinggi badan dan kecepatan frame/second. Jika dianalisis berdasarkan tabel tersebut, pasien Ny. NI mengalami pemeriksaan terpanjang yaitu 11,98 menit, sementara Ny. NAH mengalami pemeriksaan paling singkat di antara kelima pasien dengan durasi 9,66 menit.

Radiofarmaka yang masih ada di tubuh dapat menimbulkan kerusakan pada jaringan meskipun jumlah energi radiasi yang diterima jaringan sangat kecil. Tingkat kerusakan pada jaringan ini dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk sensitivitas jaringan terhadap radiasi (Khairah, 2011)

Persentase Uptake

Aktivitas uptake yang dihasilkan berupa persentase, yang dihitung menggunakan suatu persamaan (5). Persentase aktivitas uptake yang beredar di seluruh tubuh dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase Uptake

Inisial Pasien	Sisa Radiofarmaka (mCi)	% Uptake
Ny. NI	2,280848364	19,0070697
Ny. NAH	2,691505364	22,42921137
Ny. S	2,856562474	23,80468728
Ny. A	2,788620372	23,2385031
Ny. FH	4,212189023	35,10157519

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pembahasan tersebut, maka kesimpulan dari penelitian ini adalah:

Kelima pasien yang diamati mengalami penurunan sisa radiofarmaka yang bervariasi, berkisar antara 2,280848364 mCi - 4,212189023 mCi, dengan dosis awal yang diberikan sejumlah 12 mCi. Perhitungan persentase uptake dari kelima pasien tersebut juga menunjukkan variasi, berkisar antara 19,0070697% hingga 35,10157519%. Radiofarmaka yang tersisa didalam tubuh bergantung pada keadaan dan fungsi organ. Terdapat faktor faktor yang mempengaruhi peluruhan aktivitas radiofarmaka antara lain yaitu: dosis radiofarmaka, kondisi pasien dan metabolisme tubuh pasien.

DAFTAR REFERENSI

- Arifah, D. I. and Setiabudi, W. (2021) 'Penentuan Akumulasi Radiofarmaka Tc 99m MDP pada Spine dan Sternum saat Pemeriksaan Bone Scan Pasien Kanker Payudara', *Berkala Fisika*, 24 (4), pp. 132-138
- Bray, F. *et al.* (2018) 'Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries', *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, ;68(6):394-424. doi: 10.3322/caac.21492.
- Khairah, H. *et al.* (2011) 'PENENTUAN SISA RADIOFARMAKA DAN PAPARAN RADIASI Tc^{99m} MDP (Technetium-99 metastable Methylene Diphosphonate) PASCA INJEKSI PADA PASIEN KANKER PROSTAT (STUDI KASUS PADA RUMAH SAKIT PUSAT PERTAMINA JAKARTA)' | UNIVERSITAS ANDALAS,
- Panjaitan, E.D. and Budiawan, H. (2021) 'Pencitraan Kedokteran Nuklir Pada pasien metastasis tulang Dengan Kanker Payudara', *Syntax Idea*, 3(12), pp. 2564– 2580. doi:10.46799/syntax-idea.v3i12.1664.
- Sudaryatmi, N., Masrochah, S. and Erfansyah, M. (2021) 'Teknik Pemeriksaan kedokteran nuklir bone scan di instalasi radiologi RSUP dr. Kariadi Semarang', *Jurnal Imejing Diagnostik (JImeD)*, 7(1), pp. 8–14. doi:10.31983/jimed.v7i1.6657.
- Sung, H. *et al.* (2021) 'Global cancer statistics 2020: Globocan estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries', *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 71(3), pp. 209–249. doi:10.3322/caac.21660.