

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Radioisotop merupakan inti dari radiofarmaka sebagai zat aktif yang memberikan sifat radioaktif pada radiofarmaka, hingga memungkinkan radiofarmaka digunakan untuk diagnosis dan terapi dalam kedokteran nuklir. Sekitar 70% prosedur kedokteran nuklir telah menggunakan radioisotop ^{99m}Tc dalam praktik klinisnya. Hal ini menjadikan ^{99m}Tc sebagai radioisotop paling praktis dalam diagnostik kedokteran nuklir (Uzunov et al., 2018). ^{99m}Tc memiliki waktu paruh yang relatif singkat sekitar 6 jam, yang membuatnya ideal untuk prosedur diagnostik karena mengurangi waktu paparan radiasi bagi pasien. Selain itu, ^{99m}Tc memancarkan sinar gamma murni dengan energi sekitar 140 keV yang sangat cocok untuk pencitraan medis sehingga memberikan gambar yang jelas tanpa menimbulkan dosis radiasi yang tinggi (Marlina et al., 2022). ^{99m}Tc juga dapat dengan mudah digabungkan dengan berbagai farmaka, memungkinkan fleksibilitas dalam pencitraan berbagai organ tubuh. ^{99m}Tc yang digunakan dalam penelitian ini merupakan hasil produksi Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) melalui generator $^{99}\text{Mo}/^{99m}\text{Tc}$ non fisi (Marlina et al., 2021), sehingga diperlukan pengujian dosis radiasi untuk memastikan bahwa radioisotop tersebut dapat digunakan dalam aplikasi diagnostik pada kedokteran nuklir.

Radiofarmaka ^{99m}Tc -perteknetat biasa digunakan untuk diagnosis dalam kedokteran nuklir, termasuk pencitraan kelenjar tiroid untuk mendeteksi gangguan fungsi tiroid menggunakan kamera gamma (Cahayaputri et al., 2024). Uji pre-klinis pada produk radiofarmaka, seperti uji biodistribusi pada hewan menjadi sangat penting untuk memastikan bahwa radiofarmaka tersebut didistribusikan dengan tepat dan aman dalam tubuh sebelum digunakan pada manusia. Melalui uji biodistribusi hewan, dapat diidentifikasi pola distribusi radioisotop dalam berbagai organ dan

jaringan, memprediksi efek samping potensial dan risiko, serta menentukan dosis optimal yang memberikan hasil diagnostik atau terapeutik terbaik. Uji ini juga membantu dalam memvalidasi keamanan risiko radiofarmaka ^{99m}Tc -perteknetat, memberikan dasar ilmiah yang kuat untuk melanjutkan ke tahap uji klinis pada manusia.

Penelitian uji biodistribusi dengan radiofarmaka ^{99m}Tc -perteknetat pernah dilakukan oleh Lafira et al. (2023). Pada penelitian tersebut radiofarmaka diinjeksikan pada hewan uji berupa mencit. Aktivitas radioisotop organ mencit akan dikonversikan ke organ manusia. Estimasi dosis dilakukan melalui sebuah perhitungan yang dihasilkan *software* OLINDA/EXM 1.0. Perangkat lunak ini dirancang berdasarkan model *Medical Internal Radiation Dose* (MIRD), dimulai dari memilih model fantom lalu memasukkan nilai *TIAC* untuk setiap organ sumber kemudian dilakukan perhitungan. Hasilnya menunjukkan bahwa organ tiroid adalah organ yang menerima dosis serap tertinggi.

Pada penelitian sebelumnya perhitungan estimasi dosis diperuntukkan anak-anak usia 1-15 tahun serta menggunakan *software* OLINDA/EXM 1.0, sedangkan pada penelitian kali ini estimasi dosis diperuntukkan untuk pria dan wanita dewasa. Selain itu, proses perhitungan *TIAC* dalam estimasi dosis menggunakan empat perangkat lunak dosimetri, yaitu OLINDA/EXM 1.0, OLINDA/EXM 2.0, MIRDFIT dan IDAC-DOSE 2.1. Pemilihan empat *software* tersebut dikarenakan keempat program tersebut merupakan pengembangan dari metode MIRD, menggunakan model fantom standar *International Commission on Radiological Protection* (ICRP) yang mencakup berbagai kategori usia dan jenis kelamin. Perbedaan keempatnya akan menghasilkan hasil yang lebih komprehensif dan akurat, menjadikannya pilihan ideal untuk penelitian dosimetri yang memerlukan validasi perhitungan. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan estimasi dosis radiofarmaka ^{99m}Tc -Perteknetat yang lebih akurat dan aplikatif.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana biodistribusi pada hewan mencit dengan variasi waktu per pengukuran setelah penginjeksian radiofarmaka ^{99m}Tc -perteknetat?
- b. Apakah ^{99m}Tc yang dihasilkan dari generator $^{99}\text{Mo}/^{99m}\text{Tc}$ non fisi dapat digunakan untuk aplikasi diagnostik di kedokteran nuklir?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan sebagai berikut:

- a. Mengetahui biodistribusi pada hewan mencit dengan variasi waktu per pengukuran setelah penginjeksian radiofarmaka ^{99m}Tc -perteknetat.
- b. Mengetahui radiofarmaka ^{99m}Tc -perteknetat yang dihasilkan dari generator $^{99}\text{Mo}/^{99m}\text{Tc}$ non fisi dapat digunakan untuk aplikasi diagnostik di kedokteran nuklir.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini dapat memperkaya pemahaman mengenai perhitungan dosis radiasi yang merupakan studi lanjutan dari pemahaman ilmu fisika modern dan fisika nuklir. Dengan dilakukannya metode *Medical Internal Radiation Dose* (MIRD) pada uji biodistribusi sebagai pendekatan standar dalam perhitungan awal dosis radiasi internal pada tubuh manusia, khususnya ketika menggunakan ^{99m}Tc -perteknetat sebagai radiofarmaka untuk prosedur diagnostik.

1.4.2 Manfaat Praktis

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas penegakan diagnosis dengan memberikan estimasi dosis yang aman dan efektif bagi pasien. Penggunaan *software* OLINDA/EXM 1.0, OLINDA/EXM 2.0, MIRDIFT dan IDAC DOSE 2.1 memungkinkan perhitungan dosis dilakukan dengan efisien. Dengan estimasi yang lebih akurat, tenaga medis dapat

memastikan pasien menerima dosis radiofarmaka yang optimal, sehingga mengurangi risiko paparan radiasi berlebih dan meminimalkan efek samping yang mungkin terjadi. Melalui penerapan standar keselamatan yang lebih tinggi, rumah sakit, termasuk Rumah Sakit Militer, dapat memberikan layanan diagnostik yang berkualitas dan meningkatkan kepuasan serta kepercayaan pasien terhadap layanan kedokteran nuklir di Indonesia.

