

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kedokteran nuklir telah mengalami perkembangan signifikan dalam penggunaannya pada diagnostik dan terapi untuk berbagai kondisi medis. Teknologi dalam kedokteran nuklir menggunakan radiofarmaka yang berupa radionuklida dengan tambahan kit farmaka untuk menghasilkan citra pasien yang fungsional dan molekuler untuk deteksi dan evaluasi penyakit dengan tingkat presisi yang tinggi (Scott dkk., 2024). Radiofarmaka yang digunakan untuk pemeriksaan diinjeksikan ke dalam tubuh pasien, kemudian kamera gamma akan mengamati saat radiofarmaka berada di dalam tubuh. Diagnostik dilakukan agar mendapatkan hasil berbentuk citra, dan kamar isolasi juga digunakan untuk terapi radiasi yang dimasukkan ke dalam tubuh pasien. Radiofarmaka harus memiliki label dan sudah teruji, serta dipersiapkan untuk pemeriksaan diagnostik maupun terapi sesuai instruksi Dokter Spesialis Kedokteran Nuklir (Kepmenkes RI, 2009).

Diagnostik non-invasif agar pasien tidak merasa sakit selama dilakukan prosedur pemeriksaan sangat dapat dilakukan oleh kedokteran nuklir. Informasi yang didapatkan meliputi diagnosis penyakit pasien, keadaan organ pasien, hingga fungsi organ dengan sensitifitas tinggi dalam waktu yang singkat dan keakuratan yang tinggi. Diagnostik yang dijalankan oleh kedokteran nuklir ini memerlukan radiofarmaka. Berdasarkan data pengiriman produk PTRR BATAN pada tahun 2019 terdapat lebih dari 50 kebutuhan radiofarmaka di beberapa rumah sakit, yang 16 diantaranya merupakan I-131 (Rps dkk., 2020).

Penelitian komprehensif tentang peran pencitraan nuklir dalam kanker tiroid telah mengungkapkan kompleksitas diagnostik yang membutuhkan pendekatan multimodal. Studi meta-analisis yang dilakukan oleh Haugen dkk, pada tahun 2016 di American Thyroid Association menunjukkan bahwa evaluasi akurat terhadap volume lesi dan pola *uptake* (penyerapan) radioiodin memiliki implikasi kritis dalam manajemen klinis kanker tiroid. Penelitian ini mengidentifikasi bahwa

variabilitas *uptake* I-131 dapat mencerminkan heterogenitas molekular dan agresivitas sel kanker

Berbagai jenis kanker tiroid berasal dari sel folikuler yang merupakan keganasan endokrin yang paling umum, dan berada pada peringkat kesembilan dari berbagai jenis kanker pada tahun 2020. Pada beberapa kasus tahap awal, sebagian besar dapat disembuhkan. Namun, metastasis dan kekambuhan menjadi tantangan klinis utama yang terus merusak keberlangsungan hidup pasien. Maka dari itu diperlukan penggunaan radioiodin I-131 sebagai manajemen dalam diagnosa maupun terapi dalam praktik klinis (He et al., 2024).

Penelitian lanjutan oleh Avram dkk pada tahun 2013 di *Journal of Nuclear Medicine* memperkenalkan konsep kuantitatif yang lebih mendalam tentang hubungan antara volume tumor dan *uptake* radioiodin. Mereka mengembangkan model matematis yang membuktikan korelasi nonlinier antara ukuran lesi dan intensitas penyerapan radiofarmaka. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa tumor dengan volume lebih dari 10 cm³ memiliki pola *uptake* yang secara statistik berbeda, dengan implikasi penting dalam stratifikasi risiko dan perencanaan terapi.

Penggunaan *Single Photon Emission Computed Tomography* (SPECT-CT) dalam pemeriksaan dapat menghasilkan gambar planar (tampilan 2 dimensi anterior-posterior) untuk evaluasi fokus *uptake* I-131 yang lebih tinggi daripada latar di sekelilingnya. Fokus lokasi berada pada medial leher atau yang berdekatan dengan bagian medial dan kanal lingual. Bagian lain pada lateral leher dan daerah mediastinum dapat dianggap metastasis karena menyerap I-131 sehingga dianggap metastasis kelenjar getah bening. Penyerapan di hidung, kelenjar ludah, dan/atau saluran pencernaan juga memungkinkan serta mengindikasikan penyerapan fisiologis. Apabila ada penyerapan di paru, maka metastasis paru dihitung satu per bagian paru yang menyerap I-131. Berdasarkan studi dari berbagai jenis kanker tiroid yang telah bermetastasis, kemampuan menyerap pada bagian lesi yang merupakan penyebaran jauh lebih lemah dibandingkan sel kanker utamanya (He et al., 2024).

Inovasi terkini dalam teknik pencitraan, seperti yang dipaparkan Kim dkk pada tahun 2018 di *Clinical Nuclear Medicine*, menunjukkan potensi SPECT-CT

dalam memberikan resolusi spasial dan kuantitatif yang belum pernah ada sebelumnya. Mereka mengembangkan protokol kuantifikasi yang memungkinkan analisis tiga dimensi *uptake* radiofarmaka dengan presisi mikroskopis.

SPECT-CT bisa mendapatkan fokus aktivitas Iodium yang diamati pada bagian tertentu dengan tepat melalui gambar planar, apabila diragukan sebagai kontaminasi radiasi dilakukan koreksi menjadi lesi metastasis tulang. Penggunaan I-131 untuk pemindaian SPECT-CT meningkatkan data diagnostik tambahan dibandingkan dengan pemindaian planar *Whole Body Scan* (WBS) I-131 saja. SPECT dan CT sering digunakan secara bersamaan untuk pemindaian pasca-terapi untuk mengenali lesi *noniodineavid* (bagian yang tidak menyerap iodine) menggunakan citra dari CT (Alkhybari et al., 2021).

Namun, tantangan utama dalam praktik klinis saat ini tetap pada keterbatasan teknologi dan software analisis di berbagai rumah sakit. Beberapa fasilitas kesehatan belum memiliki perangkat lunak canggih untuk menganalisis volume dan *uptake* radiofarmaka secara otomatis dan presisi, menciptakan kesenjangan signifikan dalam kemampuan diagnostik.

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran volume sel kanker dan *uptake* I-131 berdasarkan *Region Of Interest* (ROI) pada bagian tubuh pasien yang terdeteksi oleh citra SPECT maupun CT. Dengan mendapatkan nilai volume berdasarkan citra *hybrid* (gabungan), dan *uptake* (penyerapan) berdasarkan citra planar, sehingga dalam penentuan volume lesi dari sel kanker yang menyerap radiofarmaka dilakukan dengan pengukuran ROI pada setiap *slice* dari hasil citra SPECT-CT.

Penelitian ini bertujuan menghasilkan pemahaman tentang hubungan antara volume lesi dan metastasis tiroid dengan *uptake* I-131 menggunakan teknologi SPECT-CT. Penelitian ini diharapkan dapat mengembangkan metode penentuan dosis terapi yang lebih efektif, serta menyediakan pendekatan alternatif untuk analisis *uptake* radiofarmaka pada pasien pasca radioablas.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Mendapatkan nilai volume lesi dan *uptake* I-131 sebagai prediktor yang tepat untuk penentuan rencana terapi.
2. Mendapatkan analisis hubungan antara volume lesi tiroid yang diukur dengan SPECT-CT dan *uptake* I-131 pada pasien dengan berbagai kondisi tiroid.

1.3 Manfaat penelitian

Penelitian ini akan memberikan manfaat dalam beberapa hal, yaitu:

1. Membantu pengembangan antara teknik pencitraan menggunakan *Single Proton Emission Computed Tomography* pada pasien tiroid dengan Iodium-131.
2. Korelasi dan signifikansi antara volume lesi tiroid dan *uptake* I-131.
3. Prediktor untuk rencana terapi berdasarkan volume lesi atau *uptake* I-131.
4. Efektivitas dalam penentuan dosis bagi pasien yang akan melakukan terapi ablasi.