

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kanker merupakan masalah kesehatan global dengan angka insidensi dan mortalitas yang terus meningkat setiap tahun, sehingga menuntut adanya metode diagnostik yang mampu mendeteksi penyakit secara dini dan akurat. Deteksi yang tepat sejak awal sangat menentukan keberhasilan terapi, terutama dalam penentuan stadium penyakit dan adanya metastasis. Dalam konteks ini, *Positron Emission Tomography/Computed Tomography* (PET/CT) menjadi modalitas pencitraan yang sangat penting karena mampu memvisualisasikan aktivitas metabolik jaringan, bukan hanya perubahan anatomi semata (Ghidini dkk., 2021).

PET/CT dengan tracer ^{18}F -fluorodeoxyglucose (^{18}F -FDG) telah digunakan secara luas dalam onkologi karena mampu mendeteksi jaringan kanker berdasarkan peningkatan metabolisme glukosa. Rekomendasi penggunaan PET/CT pada berbagai jenis kanker telah ditetapkan sebagai standar dalam praktik klinis onkologi karena terbukti meningkatkan akurasi *staging*, *restaging*, dan deteksi metastasis dibandingkan modalitas konvensional (Fletcher dkk., 2008). PET/CT juga berperan penting dalam mengevaluasi respon terapi, sehingga dapat memengaruhi pengambilan keputusan klinis secara langsung (Fletcher dkk., 2008).

Dalam praktik klinis, interpretasi citra PET selama ini masih banyak mengandalkan penilaian visual terhadap pola *uptake* FDG untuk menentukan ada tidaknya metastasis. Namun, pendekatan visual memiliki keterbatasan karena bersifat subjektif dan sangat dipengaruhi oleh kualitas citra serta kondisi teknis sistem. Oleh karena itu, evaluasi secara kuantitatif dan semi-kuantitatif menjadi semakin penting untuk meningkatkan objektivitas dan konsistensi interpretasi PET/CT (Ghidini dkk., 2021). Pada kanker agresif, seperti kanker endometrium derajat tinggi, PET/CT terbukti lebih unggul dibandingkan MRI dan biopsi dalam mendeteksi penyebaran penyakit, yang menegaskan pentingnya akurasi kuantifikasi dalam pemeriksaan PET/CT (Şahin dkk., 2025).

Parameter yang paling umum dipakai dalam kuantifikasi adalah *Standardized Uptake Value* (SUV) yang merupakan angka yang merepresentasikan konsentrasi tracer ternormalisasi terhadap dosis dan massa tubuh pasien. Agar SUV dapat dipakai dengan andal, diperlukan prosedur standardisasi dan kontrol mutu yang baik karena nilai SUV dipengaruhi oleh banyak faktor teknis dan pasien, diantaranya waktu *uptake*, kadar glukosa, rekonstruksi, model normalisasi. *Repeatability* dan *reproducibility* adalah syarat esensial untuk kuantifikasi PET agar dapat dipakai secara klinis dan multicenter (Boellaard dkk., 2015). Variasi faktor-faktor tersebut dapat menyebabkan perubahan nilai SUV meskipun tidak terjadi perubahan biologis yang nyata pada jaringan. Dalam evaluasi berbasis waktu, perubahan SUV sering dijadikan indikator keberhasilan atau kegagalan terapi. Tanpa pemahaman yang memadai terhadap determinan biologis dan teknis tersebut, terdapat risiko misinterpretasi respon terapi yang dapat berdampak langsung pada keputusan klinis.

Selain SUV, *Signal to Noise Ratio* (SNR) adalah metrik fisika penting yang merefleksikan kualitas sinyal relatif terhadap *noise*. SNR merefleksikan kualitas statistik akuisisi dan dipengaruhi oleh faktor fisika seperti jumlah cacahan, dosis, waktu akuisisi, serta parameter rekonstruksi. Perubahan metode rekonstruksi atau *noise reduction* yang meningkatkan SNR dapat secara simultan memengaruhi nilai SUV (Kadrmas dkk., 2009).

Berbagai penelitian internasional telah mengevaluasi faktor-faktor yang memengaruhi kualitas citra dan kuantifikasi PET. Xiao dkk., (2021) menunjukkan bahwa pengaturan dosis berbasis *Body Mass Indeks* (BMI) dapat menjaga kualitas citra, namun belum menyusun nilai referensi SUV organ normal untuk populasi lokal. Kim dkk., (2016) mengonfirmasi bahwa liver, aorta, dan paraspinal dapat digunakan sebagai jaringan referensi kuantitatif, namun tidak menganalisis hubungan simultan antara parameter kuantitatif dan kualitas citra. Sementara itu, pedoman EANM Boellaard dkk., (2015) menekankan pentingnya standardisasi untuk menjamin *repeatability* dan *reproducibility*, namun tidak menyediakan karakterisasi empiris simultan antara parameter biologis (SUV) dan teknis (SNR) pada populasi klinis nyata.

Dengan demikian, masih terdapat beberapa kesenjangan penting dalam literatur. terutama belum tersedianya nilai referensi kuantitatif organ normal untuk populasi Indonesia sebagai acuan institusional. Tanpa karakterisasi lokal, perubahan nilai SUV akibat modifikasi teknis berpotensi disalahartikan sebagai perubahan biologis, sehingga mengurangi akurasi evaluasi dan monitoring terapi, mengingat nilai SUV organ normal memiliki variasi antar-pasien, sementara SNR dapat berfluktuasi akibat perbedaan noise, metode rekonstruksi, dan karakteristik fisik pasien (Xiao dkk., 2021).

Urgensi penelitian ini tidak hanya terletak pada kebutuhan data populasi lokal, tetapi juga pada jaminan kestabilan kuantifikasi PET/CT dalam praktik klinis. Profil kuantitatif SUV dan SNR organ normal dapat berfungsi sebagai acuan evaluasi kualitas citra, pengendalian mutu sistem, dan identifikasi dini perubahan performa scanner, sekaligus mendukung harmonisasi prosedur serta kesiapan institusi dalam studi multicenter. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan menghasilkan profil kuantitatif SUV dan SNR organ normal sebagai referensi institusional dan langkah awal standardisasi kuantitatif nasional PET/CT di Indonesia.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menyusun profil kuantitatif nilai SUV pada organ normal (liver, aorta, dan paraspinal) berdasarkan hasil pengukuran ROI pada citra PET/CT ^{18}F -FDG.
2. Menyusun profil nilai SNR pada organ normal sebagai nilai referensi kuantitatif awal untuk evaluasi kualitas citra PET/CT.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan dasar kuantitatif awal berupa profil nilai SUV dan SNR pada organ normal (liver, aorta, dan paraspinal) pada pemeriksaan PET/CT ^{18}F -FDG. Data ini dapat menjadi referensi untuk memahami variasi nilai kuantitatif pada populasi klinis, sehingga mendukung interpretasi yang lebih objektif dan konsisten. Selain itu, penelitian ini diharapkan berkontribusi dalam pengembangan standardisasi kuantitatif PET serta kajian fisika medis di bidang pencitraan molekuler.