

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kanker merupakan penyebab kematian terbanyak di dunia. Jenis kanker yang paling banyak diderita oleh wanita di Indonesia yaitu kanker payudara. Pada tahun 2020, sebesar 30,8% kasus kanker dari keseluruhan menderita kanker payudara dan 20,4% menyebabkan kematian (Ng dkk., 2023). Berdasarkan data GLOBOCAN (2022), kasus kanker payudara di Indonesia sebesar 66.271 jiwa. Data WHO (2022) menunjukkan penderita kanker payudara terdapat 2,3 juta wanita dan menyebabkan 670.000 kematian di seluruh dunia.

Penatalaksanaan kanker payudara dapat dilakukan melalui beberapa metode, antara lain pembedahan, kemoterapi, dan radioterapi. Pengobatan biasanya dilakukan secara kombinatorial, seperti pembedahan diikuti radioterapi atau pembedahan diikuti kemoterapi bergantung pada stadium penyakit serta kondisi klinis pasien. Pada pasien pasca mastektomi, terdapat kemungkinan terjadinya kekambuhan lokoregional pada dinding dada dan kekambuhan regional pada kelenjar getah bening. Perubahan anatomi akibat pembedahan dapat memengaruhi proses penyinaran pada saat radioterapi mengingat posisi dinding dada berdekatan dengan organ jantung, paru-paru ipsilateral, dan payudara kontralateral. Secara anatomi, dinding dada merupakan area superfisial yang berada pada daerah *buildup dose* yaitu daerah antara permukaan pada titik dosis maksimum (Sapienza dkk., 2023). Dinding dada memiliki risiko kekambuhan yang relatif tinggi. Faktor-faktor yang memengaruhi kekambuhan antara lain ukuran tumor primer, status nodus, batas positif, derajat tumor, dan invasi limfovaskular (Nuzzo dkk., 2020). Radioterapi pasca mastektomi (PMRT) dapat mengurangi kekambuhan dan kematian pasien dengan risiko tinggi kegagalan loko-regional. Metode radioterapi yang paling sering digunakan pada PMRT yaitu penyinaran menggunakan berkas foton yang dikombinasikan dengan penggunaan bolus (Miéville dkk., 2024).

*Linear Accelerator* (LINAC) merupakan alat untuk radioterapi yang menghasilkan dua sumber yaitu berkas elektron dan berkas foton. Foton memberikan keuntungan dalam keseragaman dosis pada target dibandingkan elektron. Foton berenergi megavoltage (MV) mempresentasikan efek *buildup* dosis pada jaringan dengan dosis serap yang maksimal pada kedalaman tertentu dan berhubungan dengan keberadaan elektron Compton sekunder. Fenomena ini menyebabkan penurunan persentase dosis foton pada permukaan dan memberikan efek *skin sparing*. Permasalahan tersebut dapat dikurangi dengan menggunakan bahan kompensasi yang disebut dengan bolus (Hariyanto dkk., 2019). Bolus berfungsi menggeser 95-100% *isodose* pada kulit dan jaringan subkutan, sehingga area target dapat menerima dosis radiasi terapeutik secara optimal (Kaidar-Person dkk., 2021).

Bahan bolus yang ekuivalen dengan jaringan telah banyak digunakan yaitu *parafin wax*, *elasto-gel pad*, *superflab*, *thermoplastic sheets*, *dental wax*, *polypropylene*, dan *rayon blend*. Bahan tersebut masih sangat terbatas dan harus diimpor untuk digunakan radioterapi di Indonesia. *Silicone Rubber* (SR) merupakan bahan polimer sintetik dari *polydimethylsiloxane* (PDMS) yang mudah ditemukan di Indonesia (Sutanto dkk., 2019). SR memiliki sifat yang tahan panas, stabilitas kimia, toksisitas rendah, tahan abrasi, dan dapat dibentuk sehingga dapat diaplikasikan sebagai bolus (Hariyanto dkk., 2019). Penambahan logam dengan densitas tinggi dapat meningkatkan dosis permukaan. SR dengan penambahan logam telah terbukti dapat meningkatkan dosis permukaan.

Bolus *Silicone Rubber* dengan penambahan material dengan Z-rendah telah dikembangkan dan diteliti pada grup riset material medis laboratorium SMARC. Astuti dkk. (2018) dan Fathin dkk. (2021) telah meneliti *Silicone Rubber* dengan penambahan komposit silika dan tembaga menghasilkan nilai *percentage surface dose* (PSD) semakin meningkat ketika konsentrasi komposit dinaikkan. Bolus SR-Si menghasilkan nilai PSD lebih tinggi dibandingkan dengan SR-Cu. Bolus plastisin dan *Silicone Rubber* (SR) untuk pengobatan kanker payudara dengan berkas foton 6 MV telah diteliti Susiyami dkk. (2022). Hasil *Treatment Planning System* (TPS) menunjukkan bahwa bolus SR mencapai jaringan payudara lebih

tinggi daripada bolus plastisin. Bolus SR memberikan cakupan dosis yang lebih tinggi terhadap *Clinical Target Volume* (CTV) dan cakupan dosis lebih rendah pada *Organ at Risk* (OAR).

Bolus dari beberapa bahan yaitu SR+Bismuth, *paraffin*, *play-doh*, dan *paraffin wax* yang diaplikasikan pada berkas foton telah diteliti Sekartaji dkk. (2020). Nilai *Percentage Surface Dose* (PSD) pada energi 6 MV lebih besar dibandingkan 10 MV. *Paraffin wax* menghasilkan PSD tertinggi.

Material dengan Z-tinggi menghasilkan hamburan elektron yang signifikan dan memiliki daya tarik untuk meningkatkan dosis permukaan (Das dkk., 2025). Bolus dari *shape rubber containing tungsten* (STR) diteliti Okuhata dkk. (2021). Hasil bolus STR 1 mm menggeser profil dosis kedalaman sebesar 4 mm sehingga dapat digunakan untuk radioterapi berkas foton 6 MV.

Berdasarkan penelitian terdahulu, penelitian ini melakukan sintesis bolus *Silicone Rubber-tungsten* (SR-W) dengan menggunakan bahan dasar *Silicone Rubber* yang divariasikan dengan penambahan unsur bernomor atom tinggi, yaitu tungsten (W). Variasi komposisi tungsten bertujuan untuk menentukan nilai dosis permukaan yang optimal pada aplikasi radioterapi kanker payudara pasca mastektomi. Karakterisasi material yang dilakukan meliputi pengujian densitas bahan, densitas elektron relatif, *Energy Dispersive X-ray* (EDX), dan *Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-ray Mapping* (SEM-EDX). Pengujian dosis permukaan dan transmisi bolus dilakukan menggunakan alat LINAC dengan berkas foton.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian yang akan dicapai yaitu:

1. Menganalisis pengaruh variasi konsentrasi tungsten pada bolus SR-W berdasarkan hasil karakterisasi densitas bahan, densitas elektron relatif, *Energy Dispersive X-ray* (EDX), dan *Scanning Electron Microscope- Energy Dispersive X-ray Mapping* (SEM-EDX).
2. Menganalisis pengaruh variasi konsentrasi tungsten pada sintesis bolus SR-W terhadap nilai dosis permukaan.

3. Menentukan variasi konsentrasi tungsten yang optimal berdasarkan nilai dosis permukaan untuk aplikasi radioterapi kanker payudara.

### **1.3 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dalam penelitian ini yaitu:

1. Memberikan referensi untuk pengembangan bolus sebagai sarana pada radioterapi.
2. Memberikan kontribusi perkembangan penelitian ilmu fisika material dalam pengembangan material medis.