

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di dunia, kanker menduduki peringkat kedua penyakit yang paling umum. Kanker juga dapat menyerang siapa saja, tanpa memandang jenis kelamin, ras, atau bahkan genetika. Penyakit kanker pertama kali diidentifikasi dengan adanya sel atau jaringan berbentuk abnormal di dalam tubulus, diikuti dengan perkembangan sel kanker yang dapat menyebar ke jaringan lain (Fatimah, 2018). Karena kanker merupakan jenis sel yang dapat menyebar ke organ lain dalam tubuh, maka sel tersebut akan mempengaruhi fungsi organ tubular lainnya. Selain itu, biaya pengobatan untuk kanker ini tinggi, seperti halnya risiko infeksi kematian. Menurut data dari Globcan, *International Agency for Research on Cancer (IARC)* melaporkan bahwa ada 18,1 juta kasus baru kanker pada 2018—di mana 9,6 juta di antaranya adalah kasus kematian akibat kanker. Sebelumnya, urutan 8 di Indonesia memiliki prevalensi kanker sekitar 136,2/100.000 orang (RI, 2019).

Kanker sebagai penyakit dapat menyerang berbagai organ dalam manusia. Data menunjukkan bahwa kasus kanker terbanyak adalah kanker payudara dengan jumlah 883.000 kasus yang terjadi di negara berkembang, termasuk Indonesia (Fatimah, 2018). Kanker payudara di Indonesia menjadi kasus tertinggi nomor 1 sekitar 16,6% atau 65.858 kasus dari total 396.914 keseluruhan kasus kanker di Indonesia pada tahun 2022. Lalu, kasus kanker serviks atau kanker leher rahim dengan total 9,2%, kanker paru-paru dengan jumlah 8,8%, kanker hati dengan jumlah 5,4%, dan kanker nasofaring atau kanker tenggorokan dengan jumlah 5% (Nur Handayani, 2022).

Terdapat berbagai metode untuk menangani kanker, seperti operasi, kemoterapi, radioterapi, terapi endokrin (hormone), terapi imun, dan juga geneterapi. Operasi merupakan salah satu metode yang sering digunakan jika sel kanker sudah terlalu besar dan cukup sulit ditangani, sehingga melalui operasi ini, dokter spesialis dapat langsung mengangkat jaringan kanker, tentunya hal tersebut memiliki resiko yang tinggi, seperti hilangnya fungsi fisik dan fungsi organ. Lalu, kemoterapi juga bukan hal yang aneh di dunia medis. Kemoterapi merupakan

sebuah metode pengobatan menggunakan obat khusus untuk mengurangi bahkan menghilangkan sel kanker, dengan efek samping yang cukup merugikan seperti kerontokan rambut, kehilangan pendengaran, dan kehilangan fungsi kognitif. Radioterapi merupakan salah satu jenis pengobatan yang sering diterapkan oleh tenaga medis dengan berbagai teknik, seperti iradiasi payudara parsial, hipofraksi radioterapi, radioterapi intraoperatif. Pada teknik radioterapi yang ada, radioterapi intraoperative memiliki tujuan untuk mengurangi efek samping berlebihan untuk pasien dan upaya memperbaiki jaringan lainnya (Harbeck & Gnant, 2017).

Tiap-tiap metode pengobatan memiliki tingkat keberhasilan yang berbeda. Pengobatan dengan metode radioterapi, salah satunya diteliti oleh (Li et al., 2022) yang menyebutkan bahwa metode radioterapi untuk kanker payudara memiliki kelangsungan hidup keseluruhan (OS) sebesar 89,2% dan kelangsungan hidup spesifik kanker payudara (BCSS) sebesar 95,2%. Lalu, pada metode kemoterapi yang diteliti oleh (Suganda et al., 2021) yang menyebutkan bahwa penelitian ini menghasilkan pada kelompok yang menjalani kemoterapi memiliki kelangsungan hidup 5 tahun lebih tinggi dibandingkan dengan yang tidak menjalani kemoterapi. Pada pengobatan kanker selanjutnya adalah operasi, telah dilakukan penelitian mengenai operasi pada kanker paru-paru oleh (Tandberg et al., 2018) yang menyebutkan bahwa tingkat kelangsungan hidup dari proses tersebut adalah 3 dan 5 tahun setelah lobektomi terbuka masing-masing 82% dan 66%.

Selain penanganan yang disebutkan sebelumnya, terdapat metode lainnya yang cukup populer di dunia medis saat ini yaitu BNCT. Boron Neutron Capture Therapy (BNCT) atau disebut juga dengan terapi boron merupakan metode alternatif dan sedang dalam tahap perkembangan. Terapi ini sudah diusung menjadi sebuah inovasi terbaru yang secara prinsip memiliki potensial untuk pengobatan berbagai jenis kanker pada bidang radioterapi. Terapi boron ini difokuskan untuk membunuh jaringan atau sel kanker tanpa menyebabkan kerusakan pada jaringan lainnya. Selain itu, diperlukan pula rencana pengobatan sebelum dilakukannya terapi boron, yang mana rencana tersebut adalah menyuntikkan dosis obat boron kepada pasien (Syamputra et al., 2020).

Melihat urgensi dari terapi boron yang masih dalam tahap eksperimental, maka diperlukan perencanaan terapi. Perencanaan terapi dapat disimulasikan menggunakan simulasi menggunakan komputasi, salah satunya komputasi PHITS. *Particle and heavy ions transport code system* atau PHITS merupakan bahasa pemrograman yang menggunakan metode Monte Carlo, dimana bahasa pemrograman ini dapat menghitung lebih banyak partikel serta dapat menghitung dalam rentang energi yang lebih luas sampai dengan 3 GeV (Syamputra et al., 2020). Selain itu, simulasi untuk terapi boron dapat dilakukan menggunakan software lain dengan metode yang sama, Monte Carlo, dimana software yang sedang dalam tahap perkembangan adalah FLUKA. FLUKA menjadi salah satu software yang mendapat perhatian khusus untuk terapi partikel karena memiliki perkembangan dalam model fisik yang akurat dan andal serta mampu menangani semua komponen medan radiasi yang diharapkan (Giuseppe Battistoni et al., 2017).

1.2 Rumusan Masalah

Kanker dapat terjadi di berbagai jenis organ dengan komposisi material organ yang berbeda serta posisi kedalaman pada organ tersebut pun berbeda-beda. Jenis organ dan posisi kanker di dalam organ akan mempengaruhi proses moderasi neutron. Neutron yang melewati organ sebelum sampai pada target kanker akan mengalami moderasi energi dan penurunan jumlah fluks. Perubahan energi dan jumlah fluks tersebut akan mengakibatkan dosis radiasi pada target kanker berubah. Untuk itu diperlukan optimasi energi neutron pada jenis organ serta kedalaman posisi kanker. Aplikasi PHITS dan FLUKA akan digunakan untuk mensimulasikan interaksi neutron dengan organ dan menghitung dosis radiasi yang dihasilkan oleh target dari energi neutron yang divariasikan.

1.3 Batasan Masalah

BNCT merupakan metode terapi yang masih dalam tahap perkembangan sehingga pada penelitian ini akan berfokus pada simulasi melalui aplikasi PHITS dan FLUKA untuk menentukan optimasi energi pada sel kanker, dimana simulasi tersebut akan menggunakan phantom berbentuk kotak serta pemodelan sumber energi yang menghasilkan hubungan dosis terhadap parameter penelitian serta efektifitas boron untuk sel kanker.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh perubahan komposisi material pada sel target terhadap dosis alpha.
2. Mengetahui pengaruh *cross section* terhadap dosis alpha.
3. Mengetahui hubungan energi terhadap dosis.

1.5 Metode Pengumpulan Data

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa metode pengambilan data, yaitu:

1.5.1 Studi Literatur

Langkah awal dari pengambilan data adalah mencari materi yang berkaitan dengan teori dasar dari topik yang disajikan serta mempelajari dan memahami materi tersebut dari berbagai sumber, seperti jurnal, artikel, buku dan lainnya.

1.5.2 Simulasi

Untuk metode ini, dilakukan simulasi menggunakan software PHITS dan FLUKA untuk mengetahui data yang diperlukan.

1.6 Sistematika Penulisan

a) BAB I

Bab ini berisi mengenai pendahuluan yang mendeskripsikan latar belakang permasalahan dari topik penelitian yang dilakukan, disertai pula dengan rumusan masalah dan tujuan dari penelitian juga sistematika penulisan.

b) BAB II

Bab ini berisi mengenai tinjauan pustaka berupa teori-teori yang mendukung untuk diterapkan pada penelitian.

c) BAB III

Bab ini berisi mengenai tata cara penelitian yang meliputi alat dan bahan serta prosedur penelitian.

d) BAB IV

Bab ini berisi mengenai pembahasan dari seluruh penelitian.

e) BAB V

Bab ini berisi mengenai kesimpulan dan saran dari penelitian yang telah dilaksanakan.