

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Radioterapi merupakan salah satu metode yang dilakukan untuk terapi kanker (tumor) menggunakan radiasi pengion. *Treatment* kanker terbagi menjadi radioterapi internal dan radioterapi eksternal. Radioterapi internal meliputi brakhiterapi, sedangkan radioterapi eksternal meliputi *Linear Accelerator* (LINAC) dan Cobalt-60. LINAC dapat menghasilkan berkas radiasi elektron dan foton dengan level energi yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan terapi. LINAC dapat menggunakan berkas radiasi elektron dengan rentang energi sekitar 4 MeV hingga 25 MeV.

Pada kasus kanker, seperti kanker permukaan kulit, terapi yang dilakukan umumnya menggunakan berkas radiasi elektron. Pancaran dosis radiasi yang diterima dari berkas elektron belum mampu memberikan dosis permukaan secara maksimal dikarenakan adanya efek *skin sparing* (Jaya dkk., 2020). Efek *skin sparing* merupakan dosis radiasi permukaan dengan nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan dosis radiasi yang ada pada kedalaman di bawah kulit (Podgorsak, 2005). Oleh karena itu, untuk mengurangi risiko akibat efek *skin sparing*, permukaan kulit harus dilapisi suatu material dengan ketebalan tertentu yang memiliki karakteristik yang sama dengan jaringan tubuh, material ini dikenal dengan nama bolus.

Penggunaan bolus khususnya di Indonesia, masih sangat terbatas dan bahan tersebut harus diimpor terlebih dahulu agar bisa digunakan untuk radioterapi.

Hingga saat ini masih terus diupayakan untuk mendapatkan bolus sesuai dengan kriteria yang diinginkan. Umumnya, bolus dibuat dari jenis bahan seperti bahan lilin (*paraffin wax*), aluminium, bismuth, *playdough*, dan *red plasticine* (Endarko dkk., 2020), *natural rubber* (Supratman dkk., 2018), komposit silika (Astuti dkk., 2018), plastisin (Fitriani dkk., 2022), *polydimethyl siloxane* (Junaedi dkk., 2016), tembaga (Fathin dkk., 2021), beeswax dan *petroleum jelly* (Ningsih dkk., 2022), *alginate* (Guswanto dkk., 2020), dan *silicone rubber* (Astuti dkk., 2018; Sutanto dkk., 2019; Jaya dkk., 2020).

Silicone rubber (SR) merupakan polimer sintesis yang berasal dari bahan *polydimethyl siloxane* (PDMS). SR memiliki beberapa keunggulan yaitu memiliki kekenyalan yang baik pada suhu rendah, sifat yang sangat baik terhadap panas, dan ketahanan terhadap sinar ultraviolet (Hidayanto dkk., 2022). Pengembangan bolus SR dilakukan untuk menghasilkan bolus SR yang lebih lentur, sehingga pada saat digunakan proses terbentuknya bolus bisa langsung digunakan untuk tubuh.

Tampubolon dkk. (2019) telah melakukan pembuatan bolus SR jenis RTV 52 dengan *bluesil catalyst 60 R* dicampur dengan *alginate*, pada dosis serap dengan energi 8 MeV dan 10 MeV. Hasil yang didapatkan yaitu variasi komposisi *silicone rubber* dengan *alginate* dan katalis secara berurutan yaitu (80 : 19 : 1)%wt pada ketebalan 15 mm menghasilkan sifat fisik yaitu densitas ($2,091 \times 10^3$) kg/m³, porositas 9,82%, dan daya serap 1,66%. Sifat mekanik yaitu kuat tarik 3,37 MPa, elongasi 45,82%, dan modulus elastisitas 0,816 Mpa. Sifat kinerja radioterapi bolus nilai RED yaitu 1,25 menghasilkan dosis serap permukaan 8 MeV sebesar 101% dan 10 MeV sebesar 108,01%.

Jaya dkk. (2020) melakukan penelitian SR jenis RTV 52 dengan *bluesil catalyst* 60 R pada dosis permukaan dengan variasi energi 5 MeV dan 7 MeV. Hasil yang didapatkan yaitu dosis permukaan tanpa bolus untuk energi 5 MeV dan 7 MeV yaitu 1,60 Gy dan 1,61 Gy. Sedangkan dosis permukaan dengan bolus untuk energi 5 MeV dan 7 MeV yaitu 2,12 Gy dan 2,06 Gy.

Hidayanto dkk. (2022) melakukan variasi komposisi SR RTV 52 dan *bluesil catalyst* 60 R pada dosis permukaan dan RED dengan variasi energi 5 MeV dan 7 MeV. Hasil yang didapatkan yaitu nilai RED tertinggi sebesar $1,176 \pm 0,019$ dengan rasio 73:1, sedangkan nilai RED rendah sebesar $1,168 \pm 0,021$ dengan rasio 25:1. *Percentage Surface Dose* (PSD) untuk energi 5 MeV dan 7 MeV menunjukkan PSD tertinggi tanpa bolus yaitu $84,79 \pm 0,06\%$ dan $86,03 \pm 0,07\%$. Sedangkan, PSD dengan bolus yaitu $112,52 \pm 0,16\%$ dan $111,14 \pm 0,03\%$.

Sianturi dkk. (2022) melakukan penggunaan serbuk alginat dicampur dengan SR RTV 52 dan *bluesil catalyst* 60 R pada RED dan dosis serap dengan energi 8 MeV. Hasil penelitian didapatkan yaitu variasi komposisi *silicone rubber* dengan *alginate* dan katalis secara berurutan yaitu (80 : 18 : 2)% wt pada ketebalan 15 mm memiliki sifat mekanik kekuatan tarik sebesar 3,734 MPa, dan modulus elastisitas sebesar 0,8252 MPa. Variasi komposisi optimum pada nilai RED yaitu 1,251 menghasilkan dosis serap permukaan energi 8 MeV sebesar 106,92%.

Berdasarkan hal ini, pengujian karakterisasi bolus berbahan *silicone rubber* RTV 00A dengan variasi *clear catalyst* dilakukan. Penelitian ini untuk melihat manakah variasi katalis yang baik digunakan dengan SR yang konstan. Bolus dibuat dengan 225 ml *silicone rubber* konstan RTV 00A dan variasi *clear catalyst* (2, 3,

4, 5, 6, dan 7) %. Bolus dibuat dengan ukuran (15×15) cm, ketebalan bolus 1,0 cm. Karakterisasi sifat fisis bolus dilakukan menggunakan timbangan analitik dengan ketelitian 0,001 g sampai 0,0001 g, dan jangka sorong dengan ketelitian 0,05 mm. Karakterisasi sifat mekanik dilakukan dengan standar ASTM D638M menggunakan alat uji *Universal Testing Machine* (UTM). RED bolus dianalisis berdasarkan hasil citra tomografi bolus menggunakan CT-Simulator dengan tegangan 120 kV dan arus 200 mA. PSD diukur dengan menggunakan detektor *plan parallel chamber* yang telah terhubung dengan elektrometer. Pengujian dosis serap bolus dilakukan menggunakan berkas elektron LINAC di Rumah Sakit Pendidikan Universitas Andalas dengan energi yang digunakan yaitu elektron 6 MeV dan 9 MeV. *Source Surface Distance* (SSD) diatur dengan jarak 100 cm, luas aplikator (10×10) cm², dan menggunakan *plan parallel chamber* sebagai detektor

1.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Menentukan karakterisasi berupa sifat fisis, sifat mekanik, dan RED bolus berbahan *silicone rubber* (SR) 225 ml RTV 00A dengan variasi *clear catalyst* 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, dan 7%.
2. Menentukan nilai *Percentage Surface Dose* (PSD) dengan menggunakan energi elektron 6 MeV dan 9 MeV
3. Menentukan nilai dosis serap pada bolus *Silicone Rubber* RTV 00A dengan ketebalan 1,0 cm berdasarkan variasi *clear catalyst* 2%, 3%, 4%, 5%, 6%, dan 7%.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian tugas akhir ini yaitu untuk mendapatkan keadaan optimum dari penggunaan variasi *clear catalyst* (2, 3, 4, 5, 6, dan 7) % pada pembuatan bolus berbahan *silicone rubber* (SR) RTV 00A diaplikasikan pada radioterapi kanker di permukaan.

1.4 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Ruang lingkup dan batasan masalah pada penelitian ini adalah bolus dibuat berbahan *Silicone Rubber* (SR) RTV 00A, menggunakan metode *sol-gel* dengan 225 ml *silicone rubber* RTV 00A konstan dicampurkan dengan variasi *clear catalyst* (2, 3, 4, 5, 6, dan 7) %. Ketebalan bolus sebesar 1,0 cm dengan Luas permukaan (15×15) cm. Energi berkas elektron dari LINAC adalah 6 MeV dan 9 MeV, dengan *Source Surface Distance* (SSD) diatur dengan jarak 100 cm, luas aplikator (10×10) cm², dan menggunakan *plan parallel chamber* sebagai detektor. Pengujian dilakukan yaitu menentukan karakterisasi sifat fisis dan sifat mekanik bolus, nilai RED, nilai PSD, dan mengukur dosis serap bolus.

