

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Radioterapi merupakan salah satu teknik pengobatan penyakit kanker dengan memanfaatkan radiasi pengion berupa berkas foton dan elektron. Salah satu perangkat radioterapi adalah *Linear Accelerator* (LINAC) yang dapat menghasilkan keluaran berkas elektron dan foton. LINAC dengan keluaran berkas elektron digunakan untuk mengobati kanker di dekat permukaan kulit, namun dosis serap pada permukaan kulit tidak maksimal sehingga diperlukan suatu bahan yang setara jaringan tubuh agar dosis maksimum tepat di lokasi yang dibutuhkan. Bahan setara jaringan ini dinamakan dengan bolus. Selain berkas elektron, radioterapi berkas foton LINAC juga menggunakan bolus untuk meningkatkan dosis permukaan (Podgorsak, 2005).

Bahan bolus harus memiliki kesetaraan dengan jaringan tubuh, fleksibilitas dalam menyesuaikan dengan permukaan kulit, daya tahan terhadap dosis radiasi, mudah dibersihkan, dan tidak beracun (Khan, 2003). Karakteristik lainnya adalah memiliki elastisitas yang baik dan tidak adanya gelembung udara pada permukaan bolus (Adamson dkk., 2017). Bolus yang baik adalah bolus yang homogen di setiap sisinya, dosis permukaan yang meningkat, serta memiliki nilai *Relative Electron Density* (RED) dan densitas fisis yang setara dengan air (Podgorsak, 2005). RED adalah densitas elektron dari suatu bahan yang dibandingkan dengan densitas elektron air. RED diperlukan untuk melihat kepadatan dan kehomogenan susunan bahan (Hasani dkk., 2019).

Penelitian bahan bolus terus dikembangkan dengan menggunakan berbagai bahan seperti *superflab*, lilin parafin, alginat, dan karet alam. Bahan *superflab* memiliki karakteristik fleksibel dan transparan, namun bahan ini cukup sulit ditemukan di Indonesia, harganya mahal, dan harus diimpor dari luar negeri untuk mendapatkannya. Lilin parafin (C_nH_{2n+2}) dan karet alam (C_5H_8)_n memiliki karakteristik yang elastis, buram, membutuhkan waktu yang lama dalam pembuatan, sulit membentuk bolus dalam bentuk lembaran, dan sulit meratakan permukaannya. Hal ini akan mempengaruhi durasi pelayanan radioterapi (Sutanto dkk., 2018). Alginat ($C_6H_8O_6$)_n merupakan polimer yang terdiri dari asam D-mannuronat dan L-guluronat, bahan ini memiliki kelarutan yang rendah, sulit menjaga keelastisan dan fleksibilitasnya, serta ketika sudah kering bahan ini akan menjadi kaku (Guswanto dkk., 2020). Beberapa bahan bolus yang dapat digunakan sebagai alternatif adalah *playdough* (Nagata dkk., 2012; Endarko dkk., 2020; Carina dkk., 2020), plastisin (Purba, 2018; Endarko dkk., 2020; Chantika 2022), dan *silicone rubber* (Astuti dkk., 2018; Jaya dkk., 2020; Endarko dkk., 2020). Bahan-bahan bolus tersebut mudah didapat, mudah dibuat, tidak beracun, elastis, dan harganya yang terjangkau.

Endarko dkk. (2020) telah melakukan penelitian tentang evaluasi sifat dosimetri bolus buatan tangan berbahan karet alam, *silicone rubber* + bismut, *silicone rubber* + aluminium, lilin parafin, plastisin, dan *playdough* untuk terapi berkas elektron dan foton. Penelitian ini menggunakan berkas elektron berenergi 6 MeV, 9 MeV, 12 MeV, dan berkas foton berenergi 6 MV dan 10 MV. Hasil penelitian yang didapatkan adalah nilai dosis serap bolus *playdough* dan plastisin

pada berkas elektron bervariasi tergantung ketebalan bolus. Nilai *Relative Electron Density* (RED) bolus *playdough* yang didapatkan setara dengan RED air dan jaringan payudara, RED bolus plastisin setara dengan RED air, jaringan otot, dan payudara.

Jaya dkk. (2020) melakukan penelitian tentang studi penggunaan bolus berbahan *silicone rubber* ketebalan 1 cm terhadap dosis permukaan pada radioterapi berkas elektron berenergi 5 MeV dan 7 MeV. Hasil penelitian yang didapatkan adalah dosis radiasi di permukaan saat tanpa bolus sebesar 1,60 Gy untuk energi radiasi 5 MeV, dosis permukaannya meningkat menjadi 2,12 Gy ketika diberi bolus. Pada energi 7 MeV dosis permukaan saat tanpa bolus sebesar 1,61 Gy, ketika diberi bolus dosis permukaannya meningkat menjadi sebesar 2,06 Gy. Pada penelitian ini nilai dosis permukaan pada energi 7 MeV yang terukur lebih kecil dibandingkan pada energi 5 MeV, sedangkan menurut Podgorsak (2005) apabila semakin besar energi berkas yang digunakan maka dosis radiasi yang terukur semakin besar.

Carina dkk. (2020) melakukan penelitian tentang evaluasi karakterisasi dosimetri bolus buatan tangan berbahan karet alam, lilin parafin, *playdough*, dan plastisin. Penelitian ini menggunakan berkas foton energi 6 MV dan 10 MV. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada energi 6 MV bolus *playdough* dan plastisin berketebalan 1,5 cm dapat meningkatkan dosis permukaan hampir mencapai 100%, sedangkan pada energi 10 MV dosis permukaan meningkat hingga 90%. RED bolus *playdough* yang terukur mendekati dengan jaringan lemak dan sumsum, sedangkan RED bolus plastisin mendekati dengan jaringan otot dan hati. Oleh karena itu dari

hasil penelitian tersebut bolus *playdough* dan plastisin dapat digunakan untuk penggunaan terapi kanker permukaan dengan permukaan tubuh yang tidak rata.

Chantika (2022) membandingkan dosis serap bolus plastisin dengan bolus *silicone rubber* pada kasus kanker di permukaan. Energi berkas elektron yang digunakan sebesar 6 MeV, 9 MeV, dan 12 MeV, dengan ketebalan bolus 0,5 cm; 1,0 cm; 1,5 cm; dan 2,0 cm. Hasil penelitian menunjukkan secara umum nilai dosis serap bolus *silicone rubber* lebih baik dibandingkan bolus plastisin, sehingga bolus *silicone rubber* lebih efektif digunakan pada kasus kanker permukaan dibandingkan dengan bolus plastisin. Pada bolus plastisin yang dibuat masih terdapat gelembung udara yang terperangkap, sehingga mempengaruhi nilai RED dan dosis serap bolus plastisin

Bolus *playdough* dan plastisin dapat dibuat dengan memberikan tekanan yang terukur di permukaan bolus, agar tidak ada gelembung udara yang terjebak di dalam bolus dan kepadatan di setiap sisinya homogen. Bolus berbahan *playdough* dan plastisin memiliki karakteristik fleksibel, mudah dibentuk, tidak kaku, dan dapat mengikuti bentuk permukaan tubuh dengan baik, dibandingkan dengan bolus *silicone rubber* yang memiliki karakteristik elastis, semi kaku, serta sulit mengikuti bentuk permukaan tubuh.

Berdasarkan hal ini, pengujian perbandingan dosis serap bolus berbahan *playdough*, plastisin, dan *silicone rubber* pada radioterapi berkas elektron LINAC dilakukan. Penelitian ini untuk melihat apakah bolus *silicone rubber* tetap lebih baik dibandingkan bolus *playdough* dan plastisin setelah bolus tersebut dibuat homogen. Bolus dibuat dengan ukuran (15×15) cm, variasi ketebalan (0,5; 1,0; 1,5;

dan 2,0) cm. RED bolus dianalisis berdasarkan hasil citra tomografi menggunakan CT-Simulator bertegangan 120 kV dan arus 200 mA. Pengujian dosis serap bolus dilakukan menggunakan berkas elektron dari LINAC di Rumah Sakit Universitas Andalas dengan energi yang umum digunakan secara klinis yaitu 6 MeV dan 9 MeV. *Source Surface Distance* (SSD) diatur pada jarak 100 cm, luas aplikator (10×10) cm², dan menggunakan detektor *plan parallel chamber*.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menghitung nilai *Relative Electron Density* (RED) bolus berbahan *playdough*, plastisin dan *silicone rubber*.
2. Menghitung nilai densitas fisis bolus berbahan *playdough*, plastisin dan *silicone rubber*.
3. Membandingkan dosis serap bolus berbahan *playdough*, plastisin, dan *silicone rubber*.

Hasil dari penelitian ini bermanfaat untuk fisikawan medis mengenai pemanfaatan bahan *playdough*, plastisin, dan *silicone rubber* sebagai bolus. Manfaat lainnya adalah memberikan informasi bolus yang lebih baik digunakan dalam terapi radiasi berkas elektron LINAC.

1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Ruang lingkup dan batasan masalah pada penelitian ini adalah bolus dibuat berbahan *playdough* dengan komposisi 150 g tepung terigu, 150 ml air, dan 75 g garam, plastisin, dan *silicone rubber* dengan komposisi 1 kg *silicone rubber* RTV 52 dan 40 g katalisnya. Variasi ketebalan bolus (0,5; 1,0; 1,5; dan 2,0) cm. Energi

berkas elektron dari LINAC yang digunakan sebesar 6 MeV dan 9 MeV, dengan *Source Surface Distance* (SSD) diatur pada jarak 100 cm, luas aplikator (10×10) cm², dan menggunakan detektor *plan parallel chamber*. Pengujian yang dilakukan yaitu menghitung nilai *Relative Electron Density* (RED) dan densitas fisis, serta mengukur dosis serap bolus.

