

KARAKTERISASI MASKER TERMOPLASTIK SEBELUM DAN SESUDAH RADIASI

Yeyen Nurhamiyah*, Dr Ariadne L Juwono Ph.D dan Prof Dr. Djarwani S. Soejoko

Departemen Fisika, FMIPA, Universitas Indonesia, Kampus UI Depok

*¹ Email: yeyen.nurhamiyah@ui.ac.id

Abstrak

Masker fiksasi dipakai pada radioterapi sebagai salah satu alat bantu agar pasien tidak bergerak selama proses radioterapi. Masker fiksasi ini biasanya diimpor dari luar negeri tanpa tahu kandungan bahan di dalamnya. Oleh karena itu, pada penelitian ini, bahan masker fiksasi bekas pasien radioterapi dianalisa untuk diketahui jenis polimer penyusunnya. Dengan melakukan serangkaian pengujian yakni pengukuran massa jenis, *X-Ray Diffraction* (XRD), *Differential Scanning Calorimetry* (DSC), *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), *Energy Dispersive X-Ray Spectrometry* (EDAX) diketahui bahwa bahan masker fiksasi adalah polimer termoplastik Polycaprolactone. Dari hasil pengujian XRD didapat jika masker fiksasi memiliki system Kristal ortorombik dengan parameter kisi yang sedikit berbeda pada bahan yang terkena radiasi dan yang tidak terkena radiasi. Selain itu dari hasil pengujian diketahui bahwa pemakaian terus-menerus pada masker fiksasi tidak begitu mempengaruhi sifat fisik material ini. Walaupun demikian pada pengujian FTIR menunjukkan jika pada bagian bahan yang mendapat radiasi secara terus menerus akan membuat gugus $-CH_3$ menghilang dan membentuk gugus $=CH_2$.

Kata Kunci : Fiksasi, Radioterapi, Polycaprolactone.

1. Pendahuluan

Kebutuhan akan radioterapi sebagai salah satu metode penyembuhan kanker semakin meningkat seiring dengan semakin banyaknya penderita kanker di dunia. Radioterapi adalah salah satu teknik dalam penyembuhan kanker. Dalam proses radioterapi posisi pasien sangatlah penting. Oleh karena itu, keakuratan penyinaran radiasi bergantung dari posisi pasien saat terapi. Hal ini digunakan agar dosis radiasi yang mengenai jaringan tubuh yang sehat dibuat seminimal mungkin dan dosis radiasi yang mengenai sel kanker semaksimal mungkin. Ketika akan melakukan terapi pasien akan diposisikan menggunakan laser atau pena dan nantinya akan dibantu oleh sebuah alat bantu bernama fiksasi.

Fiksasi adalah alat bantu untuk membantu pasien agar tidak bergerak saat akan dilakukan terapi karena jika pasien bergerak maka sel-sel tubuh yang sehat akan terpapar radiasi dan ini akan lebih membahayakan pasien lagi. Fiksasi sendiri beragam tergantung dari bagian tubuh mana yang akan mendapatkan radiasi. Namun, untuk penelitian kali ini fiksasi yang dipakai adalah fiksasi yang diperuntukkan bagi pasien kanker di daerah kepala. Fiksasi jenis ini adalah material termoplastik berbentuk lembaran dimana nanti akan dilenturkan air hangat dengan suhu $\pm 40^{\circ}C$ kemudian setelah melunak akan dipasangkan ke bagian tubuh pasien yang akan disinari oleh radiasi elektromagnetik [1].

Fiksasi ini semakin lama akan semakin mengeras dan mengikuti bentuk tubuh pasien. Hal ini mengakibatkan tubuh pasien tidak bergerak dalam proses penyinaran.

Pasien yang mendapatkan terapi radiasi akan memakai masker termoplastik untuk 30 kali pemakaian. Oleh karena itu material akan mengalami perubahan sifat fisik dan setelah beberapa kali pemakaian, fiksasi ini tidak dapat dipakai secara maksimal. Untuk itu pada penelitian ini penulis mencoba untuk mengetahui beberapa perubahan sifat pada material fiksasi setelah mengalami radiasi berkali-kali melalui serangkaian pengujian

Rumah sakit yang menyediakan jasa pelayanan radioterapi biasanya akan mengimpor fiksasi dari Eropa ataupun Cina. Sebab di Indonesia belum ada perusahaan yang memproduksi massal fiksasi. Dengan mengetahui komposisi penyusun fiksasi diharapkan Indonesia mampu memproduksi sendiri fiksasi sehingga akan mengurangi beban keluarga pasien karena biaya untuk radioterapi akan berkurang. pasien.

Untuk itu dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat diketahui komponen penyusun material fiksasi serta didapat perbedaan material fiksasi sebelum dan sesudah mendapatkan radiasi. Penelitian ini juga diharapkan dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan bagi industri kesehatan dalam negeri untuk memproduksi fiksasi secara massal sehingga tidak perlu mengimpor dari luar negeri lagi. Hal ini

ditujukan untuk mengurangi beban keluarga pasien penderita kanker terutama untuk pasien dari kalangan menengah ke bawah. Selain itu, dengan adanya penelitian ini diharapkan menjadi awal pengembangan penelitian material medis di Departemen Fisika Universitas Indonesia.

2. Metode Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini merupakan bahan fiksasi penderita kanker nasofaring dengan fokus penelitian pada bagian yang terkena radiasi dan bagian yang tidak terkena radiasi secara langsung. Bahan kemudian dipotong sesuai dengan kebutuhan masing-masing pengujian. Untuk menentukan jenis dan komposisi bahan dilakukan beberapa karakterisasi yakni pengukuran massa jenis bahan, FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*), XRD (*X-Ray Diffraction*), SEM (*Scanning Electron Microscopy*) + EDAX (*Energy Dispersive X-Ray Spectrometry*) dan DSC (*Differential Scanning Calorimetry*).

3. Hasil dan Pembahasan

Pengukuran Massa Jenis Bahan

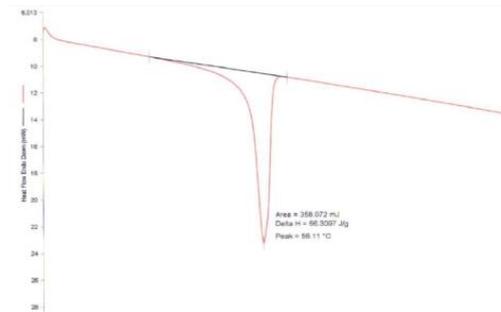
Berdasarkan pengukuran massa sampel dan perhitungan dengan rumus (3.1) didapatkan bahwa massa jenis bahan adalah 1.113 gr/cm³. Angka ini masih masuk dalam kisaran massa jenis Polycaprolactone yang berkisar antara 1.071-1.200 gr/cm³ [8] [10] [11]. Hasil pengukuran massa jenis bahan dapat dilihat pada tabel 1.

Karakterisasi dengan DSC

Karakterisasi dengan menggunakan DSC berfungsi untuk mengetahui suhu transisi masker fiksasi. Selain itu juga untuk mengetahui perubahan titik leleh pada sampel radiasi dan non-radiasi. Gambar 1 dan 2 adalah hasil pengujian DSC yang diperoleh dari kedua sampel.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Massa Jenis Bahan

Berat di Udara (g)	Berat di air (g)	Massa Jenis
1.661	0.231	1.16
1.071	0.117	1.12
	Rata-rata	1.14



Gambar 1 Grafik Suhu Transisi pada Sampel Radiasi

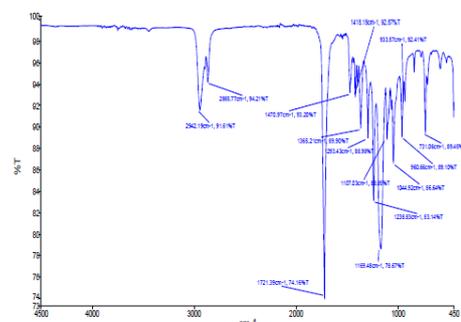
Nilai suhu puncak leleh pada sampel radiasi adalah 56.27°C. Suhu transisi gelas (T_g) tidak terdapat dalam grafik dikarenakan nilainya kurang dari 0°C. Sementara itu entalpi perubahan (ΔH_f) pada sampel ini adalah 66.4515 J/g. ΔH_f adalah selisih antara entalpi solid dan likuid atau panas yang dibutuhkan untuk mengubah sampel padat menjadi cair

Suhu transisi dan entalpi perubahan (ΔH_f) pada sampel non-radiasi tidak berbeda jauh dengan sampel radiasi seperti yang ditunjukkan Gambar 1. Nilai titik leleh puncak pada sampel non-radiasi adalah 56.11°C sementara untuk nilai entalpi perubahan (ΔH_f) nilainya sebesar 66.3097 J/g.

Nilai titik leleh pada sampel radiasi sedikit lebih besar bisa dikarenakan masih adanya panas yang terperangkap pada sampel akibat pemanasan saat radiasi. Walaupun pada pengujian DSC telah dilakukan pemanasan yang berfungsi untuk menghilangkan perilaku panas yang telah dialami bahan sebelumnya.

Hasil ini sama dengan yang ditunjukkan pada percobaan C. Pereira-Loch dkk dimana nilai T_m material fiksasi sebelum dan sesudah mendapat radiasi tidak mengalami perubahan yang signifikan [2]. Nilai ini masih berada kisaran titik leleh yang berkisar antara 56-65°C.

Karakterisasi dengan FTIR



Gambar 3 Hasil Karakterisasi dengan FTIR pada Sampel Radiasi
Karakterisasi dengan FTIR berfungsi untuk

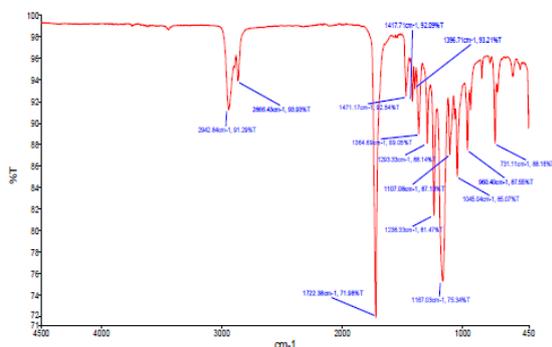
mengetahui perubahan gugus fungsi pada masker fiksasi sebelum dan sesudah mendapatkan radiasi. Selain itu karakterisasi dengan FTIR juga berguna untuk mengidentifikasi material. Gambar 1 dan 2 masing masing menunjukkan grafik FTIR pada sampel radiasi dan non-radiasi.

Pada sampel radiasi seperti yang ditunjukkan Gambar 1 terdapat beberapa serapan pada bilangan gelombang tertentu. Serapan pada bilangan gelombang 1721 cm^{-1} adalah milik ikatan rangkap C=O yang terdapat pada rantai karbon utama. Puncak-puncak yang berkisar diantara 1000 cm^{-1} - 1330 cm^{-1} adalah milik C-O-C. Sementara itu gugus CH₂ terlihat pada bilangan gelombang 2942 cm^{-1} dan 2865 cm^{-1} .

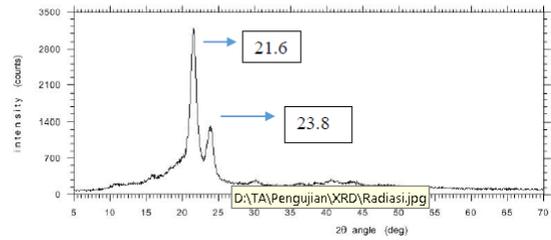
Untuk sampel non-radiasi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 ternyata memiliki pita serapan pada bilangan gelombang yang hampir sama dengan sampel radiasi. Hanya saja pada sampel non-radiasi terdapat gugus yang menyerap radiasi infra merah pada bilangan gelombang 1396.71 cm^{-1} namun tidak terlihat lagi pada sampel radiasi. Gugus yang menyerap radiasi infra merah pada bilangan gelombang 1396.71 cm^{-1} adalah CH₃ dengan mode vibrasi *bending*. Ini artinya peristiwa pemberian radiasi secara terus menerus pada bahan membuat vibrasi *bending* CH₃ hilang.

Sebaliknya, pada bilangan gelombang 933.66 cm^{-1} terdapat gugus yang menyerap radiasi infra merah pada sampel radiasi, dapat terlihat pada Gambar 3 namun tidak menyerap radiasi infra merah pada sampel non radiasi. Gugus yang menyerap radiasi infra merah pada bilangan gelombang 933.66 cm^{-1} adalah =CH₂ atau CH₂ dengan ikatan rangkap yang mempunyai mode vibrasi *bending*.

Ini berarti bahwa gugus fungsi pada CH₃ pada bilangan gelombang 1396.71 cm^{-1} hilang telah membentuk =CH₂ pada bilangan gelombang 933.66 cm^{-1} .



Gambar 4 Hasil Karakterisasi dengan FTIR pada Sampel Non-Radiasi



Gambar 9 Hasil Karakterisasi dengan XRD pada Sampel Radiasi

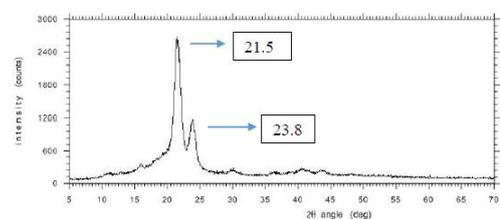
Hasil FTIR kedua sampel menunjukkan karakter suatu polimer yang bernama Polycaprolactone (PCL).

Karakterisasi dengan XRD

Hasil karakterisasi XRD dari masing-masing sampel ditunjukkan pada Gambar 5 dan 6. Gambar 5 menunjukkan hasil XRD sampel radiasi sementara itu untuk sampel non-radiasi ditunjukkan oleh Gambar 6. Pada kedua gambar terlihat jika bahan masker fiksasi adalah material semi kristal yakni gabungan kristal murni dan amorf. Terdapat bagian melebar khas amorf pada grafik dan puncak-puncak tajam khas kristal. Selain itu pola difraksi sampel mirip dengan pola difraksi yang dimiliki oleh Polycaprolactone.

Pada gambar 5 puncak-puncak utama difraksi sampel radiasi terdapat pada posisi 21.6° dan 23.8° namun pada sampel non-radiasi seperti yang ditunjukkan Gambar 6 puncak-puncak utama berada pada posisi 21.5° dan 23.8°. Dapat dikatakan jika sesudah mendapat radiasi puncak difraksi bertambah 0.1°.

Polycaprolactone (PCL) memiliki struktur kristal ortorombik dengan parameter kisi $a = 7.496 \text{ \AA}$, $b = 4.974 \text{ \AA}$, $c = 17.297 \text{ \AA}$ [11]. Parameter kisi yang ditunjukkan kedua sampel tidak jauh berbeda dengan parameter kisi PCL. Dengan bantuan perangkat lunak MAUD diperoleh nilai parameter kisi masing-masing sampel. Perangkat lunak MAUD menghitung pergeseran parameter kisi sampel dengan data kristalografi Polycaprolactone.



Gambar 10 Hasil Karakterisasi dengan XRD pada Sampel Non-Radiasi

Parameter kisi sampel radiasi sedikit lebih kecil dibandingkan dengan parameter kisi pada sampel non-radiasi. Sampel radiasi mempunyai parameter kisi $a = 7.45 \text{ \AA}$, $b = 4.94 \text{ \AA}$, $c = 16.62 \text{ \AA}$ dengan kesalahan $a = 0.6\%$, $b = 0.4\%$, $c = 4\%$. Sementara itu

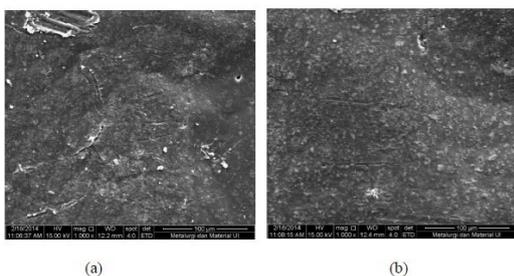
untuk parameter kisi sampel non-radiasi adalah $a = 7.46 \text{ \AA}$ $b = 4.96 \text{ \AA}$ $c = 16.82 \text{ \AA}$ dengan kesalahan $a = 0.4 \%$ $b = 0.3 \%$ $c = 3.4 \%$

Karakterisasi dengan SEM dan EDAX

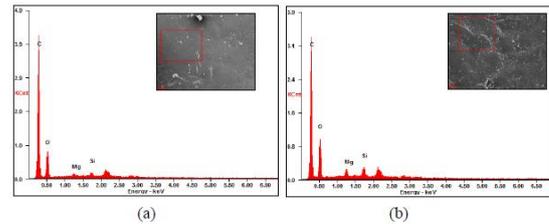
Gambar 7 memperlihatkan citra SEM pada sampel radiasi dan non-radiasi pada perbesaran 1000 kali. Citra SEM pada sampel non-radiasi relatif sama dengan citra SEM Polycaprolactone pada Gambar 2. Pada gambar terlihat perbedaan material fiksasi, sebelum dan sesudah mendapat radiasi. Sampel radiasi (a) permukaannya cenderung lebih rusak dibanding dengan sampel non-radiasi (b). Hal ini dapat terjadi akibat perlakuan yang diterima oleh sampel radiasi. Radiasi yang mengenai sampel secara berkala akan merusak morfologi bahan. Ditambah lagi, masker fiksasi akan dipakai secara terus menerus sampai kurang lebih 30 kali sehingga wajar jika ada perubahan secara morfologis pada masker fiksasi ini.

Gambar 8 menunjukkan hasil EDAX sampel radiasi dan sampel non radiasi. Berdasarkan grafik, dapat dilihat bahwa karbon dan oksigen mendominasi daerah yang dibatasi garis merah. Pada sampel radiasi, karbon memiliki komposisi berat hingga 69.02 wt% sementara oksigen mencapai 29.53 wt%. Unsur lain yang dapat ditemukan dalam jumlah yang sangat sedikit adalah silikon (0.8 wt%), dan magnesium (0.6 wt%).

Sementara itu untuk sampel non radiasi komposisi karbon dan oksigen berbeda dengan sampel radiasi. Pada sampel non-radiasi jumlah karbon lebih sedikit yakni 63.71 wt% sementara jumlah oksigen lebih besar dibanding sampel radiasi yakni 33.13 wt%. Unsur lain yang dapat ditemukan dalam jumlah yang sangat sedikit adalah silikon (0.2 wt%), dan magnesium (0.1 wt%).



Gambar 7 Hasil Karakterisasi dengan SEM pada (a) Sampel Radiasi (b) Sampel Non-Radiasi



Gambar 8 Hasil Karakterisasi dengan EDAX pada (a) Sampel Radiasi (b) Sampel Non-Radiasi

4. Kesimpulan

Setelah melalui pengujian untuk mengidentifikasi material penyusun masker fiksasi diperoleh kesimpulan jika material penyusun fiksasi adalah suatu polimer termoplastik yang bernama **Polycaprolactone (PCL)**. Pengujian FTIR, XRD dan massa jenis menunjukkan 'sidik jari' Polycaprolactone.

Dari serangkaian pengujian yang berguna untuk membandingkan masker fiksasi sebelum dan sesudah radioterapi didapat kesimpulan jika material penyusun fiksasi adalah suatu material yang stabil. Ini berarti tidak ada perubahan yang signifikan ketika material ini mendapat paparan radiasi.

Hanya saja pada pengujian FTIR terlihat jika peristiwa pemberian radiasi secara terus menerus pada bahan mengakibatkan hilangnya satu gugus yang kemudian membentuk gugus baru.

Daftar Referensi

- [1] Wawancara dengan Prof Djarwani S. Soedjoko. 2 Mei 2014.
- [2] Pereira-Loch C, dkk. 2012. *Radiation and thermal effects on polymeric immobilization devices used in patients submitted to radiotherapy*. Journal of Radiotherapy in Practice 11. p.101-106
- [3] Elzubair, A., dkk. *The physical characterization of a thermoplastic polymer for endodontic obturation*. Journal of dentistry 34. 2006. p. 784 – 789
- [4] Labet, M., Thielmans, W. *Synthesis of Polycaprolactone : a review*. Chemical Society Review. 2009. pp 3484-3504
- [5] Chih-Chang Yeh, dkk. 2011. *The Effect of Polymer Molecular Weight and UV Radiation on Physical Properties and Bioactivities*. Cellular Polymers Vol 30. pp 227-242
- [6] Bittiger, H dan Marchessault, R. H. 1970. *Crystal Structure of Poly-ε-caprolactone*. Acta Cryst. (1970). B26, pp 1923-1927
- [7] Ahluwalia, V.K, Mishra, A. 2008. *Polymer Science: A Textbook*. Taylor & Francis.
- [8] K. Van de Velde and P. Kiekens. 2002.

Biopolymers: overview of several properties and consequences on their applications Polymer Testing vol. 21. pp 433–442

[9] Y. Ikada and H. Tsuji. 2000. *Biodegradable polyesters for medical and ecological applications* Macromolecule Rapid Communicaton vol. 21. Pp 117–132.

[10] R. A. Gross and B. Kalra. 2002. *Biodegradable Polymers for the Environment*. Science vol 297. pp 803–807.

[11] J. O. Iroh. 1999. *Polymer Data Handbook*. New York: Oxford University Press.