

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

1. Mikrostruktur  $\text{Pb}_{10-x}\text{Cu}_x(\text{PO}_4)_6\text{O}$  sebelum dan setelah dilakukan iradiasi gamma
  - a. Hasil SEM-EDS menunjukkan bahwa sebelum iradiasi, morfologi sampel  $\text{Pb}_{10-x}\text{Cu}_x(\text{PO}_4)_6\text{O}$  bersifat *granular* dan tidak beraturan, dengan agregasi partikel yang dipengaruhi kondisi *sintering*. Iradiasi gamma menyebabkan peningkatan agregasi, pembesaran partikel, dan pemadatan permukaan, menandakan restrukturisasi mikro akibat peningkatan mobilitas atomik. Distribusi Pb dan O awalnya homogen, sementara Cu tersegregasi pada beberapa sampel. Pasca iradiasi, distribusi Cu menjadi lebih merata, kecuali pada LK993-i yang masih menunjukkan segregasi. Kandungan S menurun, dan Si terdeteksi sebagai kontaminan minor. Iradiasi terbukti meningkatkan homogenitas unsur dan memperbaiki mikrostruktur, meskipun tidak konsisten pada seluruh sampel.
  - b. Hasil XRD menunjukkan bahwa sebelum iradiasi, setiap sampel memiliki fasa dominan yang berbeda: LK991 mengandung Covellite (CuS), LK992 didominasi oleh Tenorite (CuO), dan LK993 oleh Anglesite ( $\text{Pb}_4\text{S}_4\text{O}_{16}$ ), disertai fasa minor seperti Cuprite, Lanarkite, calcium dicopper oxida dan Pb elemental. Setelah iradiasi gamma 300 kGy, terjadi perubahan komposisi fasa yang signifikan. Fasa Anglesite muncul pada LK991-i dan LK992-i, sementara fraksi Tenorite meningkat, menandakan kestabilan struktur CuO terhadap iradiasi. Pada LK993-i, Covellite menjadi fasa utama, menunjukkan reaksi ulang antara Cu dan S akibat peningkatan difusi ionik. Secara

keseluruhan, iradiasi gamma mendorong transformasi fasa, pembentukan fasa baru, dan redistribusi kristal, mencerminkan efek struktural dari energi radiasi.

- c. Hasil PSA menunjukkan bahwa sebelum iradiasi, LK991 dan LK992 memiliki distribusi ukuran partikel yang relatif seragam (monomodal), sedangkan LK993 menunjukkan distribusi bimodal akibat agregasi besar. Setelah iradiasi gamma 300 kGy, seluruh sampel mengalami peningkatan ukuran partikel dan pelebaran distribusi. LK991-i tetap menunjukkan distribusi yang terkendali, sementara LK992-i dan LK993-i mengalami pertumbuhan partikel yang lebih besar dan distribusi yang tidak homogen. Secara keseluruhan, iradiasi gamma mendorong pertumbuhan partikel dan meningkatkan polidispersitas, terutama pada sampel dengan kecenderungan agregasi awal.
2. Hasil analisis kelistrikan menunjukkan bahwa semua sampel, baik sebelum maupun sesudah iradiasi gamma, tidak menunjukkan sifat superkonduktor pada suhu ruang karena tidak terjadi transisi menuju resistansi nol. Sebelum iradiasi, *plot Cole–Cole* berbentuk busur cekung mengindikasikan relaksasi *non-Debye* akibat hambatan muatan dari batas butir dan cacat kristal. Setelah iradiasi 300 kGy, resistivitas meningkat. LK991-i masih menunjukkan sifat dielektrik, sedangkan LK992-i dan LK993-i kehilangan respons relaksasi dan menjadi dominan resistif. Secara keseluruhan, iradiasi memperkuat karakter semikonduktor dengan resistansi tinggi dan menurunkan kemampuan penyimpanan muatan.

## B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, berikut beberapa saran yang dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya:

1. Meneliti potensi aplikasi fasa Tenorit ( $\text{CuO}$ ), yang telah terbentuk dan menunjukkan peningkatan pasca iradiasi gamma, khususnya untuk pengembangan material penyimpanan energi dan katalis.
2. Melakukan optimasi proses *sintering*, khususnya pada parameter suhu, waktu, dan kondisi atmosfer (vakum atau non-vakum), untuk memperoleh mikrostruktur yang lebih homogen dan mengurangi pertumbuhan butir yang tidak terkontrol.
3. Mengeksplorasi variasi dosis iradiasi untuk melihat batas energi optimal yang menghasilkan struktur dan sifat kelistrikan terbaik.