

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tantalum merupakan logam transisi dengan nomor atom ($Z=73$) dan densitas $16,68 \text{ g/cm}^3$ (Black, 1994). Umumnya tantalum ditemukan dalam bentuk dua jenis oksida, yaitu Ta_2O_5 dan TaO_2 . Ketika tantalum terpapar udara atau mengalami proses tertentu, permukaannya secara spontan membentuk lapisan oksida Ta_2O_5 yang stabil (Cardonne dkk., 1995). Meskipun berbagai suboksida atau fase metastabil TaO telah diteliti, bentuk pentoksida fase orthorombic tetap menjadi satu-satunya fase oksida yang stabil dalam kondisi kesetimbangan hingga suhu 1320°C . Lapisan oksida ini secara signifikan meningkatkan ketahanan korosi tantalum dan stabilitasnya yang tinggi (Khanuja dkk., 2009). Ta_2O_5 memiliki sifat fisika dan kimia, seperti konstanta dielektrik dan indeks refraksi yang tinggi, koefisien absorpsi optik yang rendah, dan biokompatibilitas yang baik. Berdasarkan sifat fisika dan kimianya tersebut, tantalum oksida dalam bentuk nanopartikel telah banyak diaplikasikan dalam bidang optik, elektronik, fotokatalis, dan bidang medis (Stojadinovi' dkk., 2024).

Sintesis nanopartikel logam oksida dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan *bottom-up* dan *top-down*. Beberapa jenis metode *bottom-up* adalah sol-gel, presipitasi, pirolisis, dan biosintesis. Sedangkan jenis metode *top-down* adalah *mechanical milling*, *sputtering*, nanolitografi, dekomposisi termal, dan ablasi laser (Ealia dan Saravanakumar, 2017). Dari beberapa metode tersebut, ablasi laser pulsa memiliki kelebihan menghasilkan kemurnian yang tinggi karena tidak terkontaminasi dari reaktan, dapat digunakan untuk berbagai logam, dan dapat didispersikan pada berbagai cairan medium. Ablasi laser pulsa digunakan untuk menghasilkan nanopartikel tantalum oksida melalui penembakan permukaan logam tantalum dengan laser berenergi tinggi di dalam cairan (Meidanchi dan Jafari, 2019).

Pada penelitian sebelumnya, nanopartikel tantalum oksida telah diteliti untuk aplikasi agen kontras *CT-scan*. Agen kontras adalah material yang digunakan untuk menambah koefisien atenuasi pada jaringan target, sehingga jaringan tersebut dapat terbedakan dari area di sekitarnya (Mattrey dan Aguirre, 2003). Pada penelitian tersebut, sintesis nanopartikel tantalum oksida dilakukan menggunakan metode presipitasi dan dilakukan uji sebagai agen kontras pada tabung vial (Bogusz dkk., 2019). Untuk melakukan simulasi agen kontras di dalam tubuh, pengujian dapat dilakukan pada *phantom*. *Phantom* merupakan material yang memiliki densitas yang setara dengan jaringan tubuh. Jenis-jenis *phantom* antara lain *water phantom*, *solid water phantom*, *phantom PMMA*, material *phantom*, dan lain-lain (Rahman dkk., 2018; Adhillaksa dkk., 2024). Material *phantom* merupakan *phantom* yang terbuat dari 99,7% polyester resin dan memiliki densitas $1,23 \text{ g/cm}^3$ yang mirip dengan densitas tubuh (Adhillaksa dkk., 2024). Ibrahim melakukan penelitian agen kontras berbahan nanopartikel emas yang disintesis menggunakan metode sol-gel, serta dilakukan pengujian agen kontras pada material *phantom PMMA*. Hasilnya menunjukkan bahwa nilai *CT-number* paling besar terjadi pada konsentrasi yang paling tinggi dan hubungan antara konsentrasi nanopartikel emas terhadap nilai *CT-number* adalah linear (Ibrahim dkk., 2024).

Nanopartikel tantalum yang digunakan sebagai agen kontras *CT-scan* perlu ditentukan nilai *Limit of Detection* (LOD). LOD merupakan konsentrasi agen kontras sehingga suatu citra dapat terdeteksi dan dapat dibedakan (Clinical and Laboratory Standards Institute, 2012). Jacobsen, dkk. melakukan penelitian LOD untuk iodine dalam dua *phantom* berukuran berbeda menggunakan *Dual Energy CT* (DECT). Hasil dari percobaan ini menunjukkan bahwa LOD berada dalam kisaran 0,021– 0,26 mg/ml untuk fantom berdiameter 20 cm kecil dan 0,026 – 0,55 mg/mL untuk fantom air padat elips besar ($30 \times 40 \times 15 \text{ cm}$) (Jacobsen dkk., 2019). Untuk agen kontras berbahan nanopartikel emas, konsentrasi yang dibutuhkan untuk dapat membedakan lesi atau jaringan target 1 mm sebesar 10 mg/ml dan konsentrasi terkecil yang dapat membedakan lesi adalah 5 mg/ml untuk lesi sebesar 2 mm (Ibrahim dkk., 2024). Kedua penelitian tersebut, LOD ditentukan berdasarkan konsentrasi agen kontras .yang digunakan. Sejauh ini belum ada pengukuran LOD

nanopartikel tantalum oksida sebagai agen kontras *CT-scan* dan penggunaan variabel waktu sintesis sebagai LODnya. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan sintesis nanopartikel tantalum oksida menggunakan metode ablasi laser pulsa, serta menganalisis potensi nanopartikel tantalum sebagai agen kontras *CT-scan* dan nilai LODnya pada material *phantom*.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memperoleh nanopartikel tantalum oksida menggunakan metode ablasi laser pulsa dengan variasi waktu sintesis
2. Memperoleh informasi nanostruktur dari nanopartikel tantalum oksida berdasarkan uji FTIR, XRD, dan TEM
3. Memperoleh informasi absorbansi nanopartikel tantalum oksida berdasarkan uji UV-Vis
4. Memperoleh informasi potensi nanopartikel tantalum oksida sebagai agen kontras *CT-scan* berdasarkan *CT-number*, CNR, dan nilai LOD pada material *phantom*

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan menghasilkan material nanopartikel tantalum oksida serta LODnya sebagai agen kontras *CT-scan*.