

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

*Computed Tomography scan* atau yang lebih dikenal dengan *CT-scan* adalah teknik pencitraan berbasis sinar-X yang umum dioperasikan. *CT-scan* menawarkan resolusi yang unggul dan efektivitas biaya. Namun, *CT-scan* tidak cukup mampu mendeteksi jaringan lunak di dalam tubuh. Diagnosis *CT-Scan* jaringan lunak dapat ditingkatkan dengan menggunakan agen kontras yang disetujui secara klinis, seperti iodine. Namun, ketika digunakan untuk pencitraan medis zat kontras ini menimbulkan masalah yang signifikan seperti menimbulkan alergi pada tubuh pasien, penurunan kontras atau bahkan menghasilkan kontras yang tidak bagus pada tubuh pasien yang bervolume besar (Hainfeld dkk., 2006).

Agen kontras adalah bahan atau material yang memiliki kemampuan untuk membantu membedakan jaringan dan organ yang berbeda dalam tubuh. Agen kontras berfungsi untuk meningkatkan kualitas citra pada *CT* sehingga dapat membantu dalam memperkuat diagnosis kelainan pada jaringan lunak (Liu dkk., 2024). Agen kontras dapat diberikan kepada pasien secara oral, rektal atau intravena (Dalrymple & Oliphant., 2009). Dalam beberapa tahun terakhir telah terjadi peningkatan yang signifikan dalam pengembangan nanopartikel sebagai agen kontras untuk pemeriksaan *CT-scan*. Nanopartikel logam banyak dimanfaatkan sebagai agen kontras alternatif karena memiliki sifat atenuasi sinar-X yang baik sehingga menjadikannya sebagai alternatif yang menarik untuk digunakan sebagai agen kontras dalam pencitraan medis berbasis *CT-scan* (Aslan dkk., 2020).

Iodine (yodium) adalah unsur kimia non-logam yang termasuk dalam golongan halogen dengan simbol "I" dan nomor atom 53 (Greenwood & Earnshaw., 2012). Saat ini salah satu jenis iodine adalah iopamiro dan iohexol digunakan sebagai agen kontras standar pada *CT-scan*. Meskipun menawarkan potensi besar, penggunaan iopamiro dan iohexol sebagai agen kontras juga memiliki beberapa kelemahan yang perlu dipertimbangkan yaitu pada iopamiro bisa menyebabkan alergi saat diinjeksi sedangkan iohexol menyebabkan rasa panas saat diinjeksi serta

iopamiro dan iohexol juga menunjukkan biokompatibilitasnya rendah pada konsentrasi tinggi serta penggunaan agen kontras pada *CT-scan* secara klinis menunjukkan waktu sirkulasi darah yang pendek, biodistribusi yang tidak spesifik dan menimbulkan efek samping pada ginjal (Cormode dkk., 2014; Aslan dkk., 2020). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian terkait nanopartikel sebagai inovasi agen kontras pada *CT*.

Nanopartikel memiliki beberapa keunggulan, diantaranya osmolalitas rendah, waktu tinggal agen kontras lebih lama, memiliki potensi untuk pelacakan sel dan aplikasi pencitraan yang tertarget (Cormode dkk., 2014). Nanopartikel logam dapat disintesis dengan berbagai metode, salah satunya yaitu metode ablasi laser pulsa (PLAL) sehingga cocok untuk diaplikasikan dalam bidang medis (Elder dkk., 2007; Khumaeni dkk., 2022). Metode ablasi laser pulsa telah menjadi populer beberapa dekade terakhir (Iravani dkk., 2014). Metode ablasi laser pulsa adalah metode sintesis dengan menggunakan energi laser yang ditembakkan pada logam sampel. Variasi energi dan frekuensi tembakan laser merupakan salah satu variasi yang dapat digunakan dalam metode ablasi laser pulsa. Metode ablasi laser pulsa mempunyai kelebihan diantaranya pemakaian alat yang sederhana, menghasilkan nanopartikel yang lebih murni dan ramah lingkungan dengan tidak adanya bahan kimia beracun dan reagen dalam proses sintesis nanopartikel logam untuk aplikasi teknologi biologi dan medis (Amendola & Meneghetti, 2009; Khumaeni dkk., 2023).

Logam dengan nomor atom tinggi mempunyai kerapatan massa yang tinggi sehingga kemampuannya dalam menyerap energi radiasi lebih tinggi dibandingkan logam dengan nomor atom rendah (Bushberg dkk., 2012). Tantalum merupakan logam transisi dengan nomor atom ( $Z=73$ ) dan densitas  $16,68 \text{ g/cm}^3$  (Rumble, J., 2023). Nanopartikel tantalum memiliki sifat fisika dan kimia yang cocok untuk meningkatkan kontras pada citra *CT-scan* (Chirayil dkk., 2017). Nanopartikel Ta bersifat biokompatibel serta memiliki kapasitas radiopasitas atau kemampuan menyerap sinar-X yang tinggi (Koc dkk., 2019). Telah dilakukan sintesis nanopartikel tantalum sebagai agen kontras menggunakan metode kimia (Freedman

dkk., 2014). Misalnya, metode mikroemulsi minyak dalam air (Narasimhan *et al.*, 2021), metode yang melibatkan reaksi kimia antara senyawa tantalum dengan prekursor oksidator tertentu (FitzGerald dkk., 2016), sintesis nanopartikel Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> melalui hidrolisis tantalum etoksida yang ukurannya distabilkan oleh air dan asam isobutirat (Lawson dkk., 2021; Freedman dkk., 2014). Namun metode tersebut tidak ramah lingkungan, biayanya mahal, berpotensi mengandung bahan kimia yang beracun, dapat terkontaminasi bahan lain sehingga tingkat kemurniannya rendah, serta sulit untuk menstabilkan ukurannya (Krishna & Maringanti., 2016).

Selain itu, walaupun nanopartikel Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> menunjukkan *CT-number* yang tinggi sehingga berpotensi sebagai agen kontras dan terbukti juga meningkatkan kontras *CT* pada jaringan kelinci dibandingkan agen kontras konvensional tetapi nanopartikel Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> belum dievaluasi spesifik pada *CT* klinis dengan medium iodin dan juga pada studi hewan belum ada aplikasi pada medium iodin serta optimasi metode sintesis ramah lingkungan (Bogusz dkk., 2019; Ryu dkk., 2021). Penggunaan iopamiro dalam penelitian ini didasarkan pada perannya sebagai agen kontras standar pada pemeriksaan *CT-scan* secara klinis. Selain berfungsi sebagai medium cair, iopamiro juga berperan dalam menstabilkan nanopartikel yang terbentuk agar tidak mudah beraglomerasi dan membentuk kompleks dengan tantalum, yang berpotensi meningkatkan kestabilan serta kemampuan atenuasi sinar-X. Dalam metode ablasi laser pulsa, jenis medium cair sangat berpengaruh terhadap karakteristik nanopartikel yang dihasilkan. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada sintesis nanopartikel tantalum di medium iopamiro untuk dikembangkan sebagai agen kontras alternatif pada *CT-scan*.

## 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan yang akan dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mensintesis nanopartikel tantalum di medium iopamiro menggunakan metode ablasi laser pulsa dengan variasi waktu sintesis dan variasi konsentrasi iopamiro
2. Menganalisis material hasil sintesis nanopartikel tantalum di medium iopamiro berdasarkan uji UV-Vis, XRD, TEM, FTIR dan XRF

3. Menguji nanopartikel tantalum di medium iopamiro sebagai agen kontras pada *CT-scan* berdasarkan *CT-number* dan *CNR* pada *vial tube*

### 1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan menghasilkan material nanopartikel tantalum di medium iopamiro sebagai material alternatif agen kontras *CT-scan*.

### 1.4 Orosinalitas Penelitian

No	Penelitian	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Gap Penelitian
1	Bogusz dkk. (2019)	<i>Synthesis of Methotrexate-Loaded Tantalum Pentoxide-Poly Nanoparticles</i>	Nanopartikel Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub> menunjukkan <i>CT-number</i> yang tinggi. Potensial sebagai agen kontras	Fokus pada <i>drug delivery</i> , belum dievaluasi spesifik untuk aplikasi <i>CT</i> klinis dengan medium iopamiro
2	Ryu dkk. (2021)	<i>Feasibility of Tantalum Nanoparticles as Novel Contrast Agen: Comparative Study Using Spectral CT and Histology in Rabbit Liver</i>	Tantalum nanopartikel terbukti meningkatkan kontras <i>CT</i> pada jaringan kelinci dibanding agen kontras konvensional	Studi hewan, belum ada aplikasi pada medium iopamiro maupun optimasi metode sintesis ramah lingkungan.