

# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang Penelitian

Teknologi semikonduktor telah memberikan andil yang sangat besar dalam aspek kehidupan manusia. Salah satu aplikasi yang banyak digunakan adalah sensor gas. Sensor gas adalah sensor yang berfungsi untuk mendeteksi dan mengidentifikasi keberadaan gas di suatu area. Sensor gas banyak digunakan untuk keselamatan manusia, seperti mendeteksi keberadaan gas yang beracun. Selain itu, sensor gas juga digunakan untuk mendeteksi kebocoran gas yang biasa terjadi di bidang industri (Lin, Yao, & Wang, 2019). Terdapat dua cara kerja pada sensor gas, yaitu fungsi *receptor* untuk mendeteksi dan mengidentifikasi suatu gas dan fungsi *turbance* untuk mengubah gas yang telah diketahui menjadi sinyal keluaran (Tamaki, Maekawa, Miura, & Yamazoe, 1992).

Umumnya, jenis material yang digunakan untuk pembuatan sensor gas, ialah semikonduktor oksida dan metal oksida. Beberapa contoh material yang digunakan, diantaranya SnO<sub>2</sub>, TiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, dan lain-lain (Cosandey, Skandan, & Singhal, 2000). Secara lebih spesifik, terdapat beberapa klasifikasi untuk material yang dijadikan material untuk penyusun sensor gas. Material perovskite merupakan salah satunya. Material perovskite merupakan suatu jenis material dengan rumus kimia ABX<sub>3</sub>, dimana A dan B merupakan kation dan X merupakan anion yang biasanya diisi oleh unsur oksigen, sehingga penulisan rumus kimianya menjadi ABO<sub>3</sub> (Johnsson & Lemmens, 2007). Khususnya, beberapa perovskit ABO<sub>3</sub> tipe-p, seperti LaFeO<sub>3</sub> telah banyak menjadi fokus penelitian (P.Porta dkk., 2001).

LaFeO<sub>3</sub> merupakan salah satu bahan penyusun sensor gas, yang memiliki sensitivitas terhadap keberadaan gas tertentu. Namun, untuk dapat mendeteksi keberadaan gas dalam rentang yang besar, diperlukan rekayasa material dengan pemberian *doping*. *Doping* merupakan metode

yang sering digunakan untuk mengubah sifat material dimana satu atau lebih elemen atau senyawa ditambahkan ke dalam substrat untuk menghasilkan sifat material yang berbeda dengan yang sebelumnya, sebelum diberi *doping* (Q. Zhou, Fang, Li, & Wang, 2015).

Terdapat beberapa penelitian sebelumnya mengenai *doping* yang diberikan pada  $\text{LaFeO}_3$  untuk menjadi bahan penyusun sensor gas.  $\text{La}_{1-x}\text{Pb}_x\text{FeO}_3$  ( $x = 0.0-0.5$ ) memiliki sensitivitas 7 untuk gas aseton 50 ppm (Chen, Qin, Wang, Li, & Hu, 2016). Hal ini disebabkan oleh *doping* Pb yang menyebabkan ukuran butiran rata-rata menjadi lebih kecil dan berpengaruh pada rasio permukaan dan volume yang menjadi lebih besar, sehingga kinerja sensor gas menjadi meningkat (L. Zhang, Qin, Song, Hu, & Jiang, 2006). Selain itu,  $\text{LaFe}_{1-x}\text{Ni}_x\text{O}_3$  ( $x = 0, 0.01, 0.02, 0.03, 0.04, \text{ dan } 0.05$ ) memiliki sensitivitas 82.75 untuk gas aseton 100 ppm (Hao, Lin, Song, Yang, & Wang, 2019). *Doping* Ni memberikan kinerja sensor gas yang baik dalam mendeteksi keberadaan gas aseton. Ukuran butiran yang lebih kecil setelah *doping* meningkatkan sensitivitas sensor gas (Hao dkk., 2019).

Dari dua penelitian di atas, didapatkan bahwa performa  $\text{LaFeO}_3$  sebagai material penyusun sensor gas setelah diberi dopan Pb dan Ni memberikan peningkatan performa dalam sensitivitas dan pendeteksian gas aseton. Namun, didapatkan bahwa temperatur operasi sensor gas masih cukup tinggi, yaitu masing-masing  $240^\circ\text{C}$  (L. Zhang dkk., 2006) dan  $220^\circ\text{C}$  (Hao dkk., 2019). Oleh karena itu, diperlukan penelitian baru untuk mendapatkan temperatur yang lebih rendah namun dengan sensitivitas yang setara atau mungkin lebih baik. Hal tersebut dijadikan tema untuk penelitian yang akan dilakukan dalam kesempatan kali ini, yaitu membuat sensor gas aseton  $\text{LaFeO}_3$  dengan dopan Gd dan Co dalam rekayasa material *couple doping* (*co-doping*). *Co-doping* merupakan pemberian dua dopan, yang masing-masing merupakan unsur yang berbeda dengan tujuan untuk meningkatkan performa dari sifat elektroniknya (J. Zhang, Tse, Wong, Zhang, & Zhu, 2016). Gd dipilih menjadi salah satu dopan karena beberapa penelitian menunjukkan bahwa Gd sebagai dopan meningkatkan sensitivitas dari segi struktur setelah di-*doping* (Salah, Haroun, & Rashad, 2017) dan konsentrasi yang rendah

untuk aplikasi sensor gas (Zahmouli dkk., 2020). Selain itu, Gd juga memberikan temperatur operasi yang lebih rendah dibandingkan dengan dua penelitian sebelumnya, yaitu 200°C untuk gas aseton (Zahmouli dkk., 2020). Unsur Co dipilih sebagai pasangan dopan Gd pada *co-doping* penelitian ini karena pada penelitian yang menggunakan CoO, menunjukkan performa yang baik dalam mendeteksi keberadaan gas aseton dengan sensitivitas tinggi (T. Zhou dkk., 2017).

## 1.2 Rumusan Masalah Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka rumusan masalah dapat dituliskan sebagai berikut:

1. Bagaimana struktur kristal keramik film tebal  $\text{LaFeO}_3$  *co-doping*  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  dan CoO?
2. Bagaimana struktur morfologi keramik film tebal  $\text{LaFeO}_3$  *co-doping*  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  dan CoO?
3. Bagaimana sensitivitas dan temperatur operasi keramik film tebal  $\text{LaFeO}_3$  *co-doping*  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  dan CoO?

## 1.3 Batasan Masalah Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa batasan masalah. Pertama, karakterisasi struktur kristal dilakukan menggunakan alat *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk mengetahui struktur kristal keramik film tebal  $\text{LaFeO}_3$  *co-doping* dari  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  dan CoO. Dari hasil karakterisasi ini, diambil parameter yang dianggap memiliki pengaruh terhadap kinerja sensor gas, yaitu struktur kristal, parameter kisi, dan ukuran kristalit.

Kedua, karakterisasi struktur morfologi keramik film tebal  $\text{LaFeO}_3$  *co-doping*  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  dan CoO yang dilakukan dengan menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Dari hasil karakterisasi ini, diambil parameter yang dianggap memiliki pengaruh terhadap kinerja sensor gas, yaitu ukuran butir..

Ketiga, nilai sensitivitas didapatkan dari karakterisasi sifat listrik yang dilakukan menggunakan alat *gas chamber* untuk mengetahui sifat listrik dari

keramik. Karakterisasi sifat listrik ini dilakukan dengan memanaskan keramik dari temperatur ruang sampai dengan temperatur 315°C. Setiap kenaikan 5°C, nilai resistansi dan temperaturnya dicatat. Pengujian ini dilakukan di dalam ruang tanpa gas aseton dan di dalam ruang berisi gas aseton dengan variasi konsentrasi 90 ppm, 180 ppm, dan 270 ppm. Nilai resistansi dan temperatur yang diperoleh, dibuat grafik temperatur terhadap resistansi (R-T) dan grafik temperatur terhadap sensitivitas (S-T) untuk didapatkan nilai sensitivitas dan temperatur operasinya.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah beserta batasannya, tujuan penelitian dapat dituliskan sebagai berikut:

1. Mendapatkan gambaran mengenai struktur kristal dari keramik film tebal  $\text{LaFeO}_3$  *co-doping*  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  dan  $\text{CoO}$ .
2. Mendapatkan gambaran mengenai struktur morfologi dari keramik film tebal  $\text{LaFeO}_3$  *co-doping*  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  dan  $\text{CoO}$ .
3. Mendapatkan gambaran mengenai sensitivitas dan temperatur operasi dari keramik film tebal  $\text{LaFeO}_3$  *co-doping*  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  dan  $\text{Co}$ .

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat diperoleh informasi mengenai karakteristik keramik film tebal  $\text{LaFeO}_3$  *co-doping*  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  dan  $\text{CoO}$  dilihat dari struktur kristal, struktur morfologi, sifat listriknya. Selain itu, dapat diperoleh informasi bagaimana pengaruh dari penambahan *co-doping*  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  dan  $\text{CoO}$ .

Apabila keramik film tebal  $\text{LaFeO}_3$  *co-doping*  $\text{Gd}_2\text{O}_3$  dan  $\text{CoO}$  memiliki hasil karakteristik yang baik, maka penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan untuk pembuatan sensor gas aseton yang lebih baik dalam berbagai aplikasi dan untuk penelitian berikutnya.