

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Metal Organic Framework* (MOF) adalah material berpori yang terbentuk dari logam transisi dan ligan organik (Yang dkk., 2021). Jenis material ini memiliki distribusi ukuran pori yang seragam dan struktur yang teratur, sehingga sangat cocok digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti dehidrasi, adsorpsi dan penelitian lainnya. MOF memiliki beberapa jenis seperti MIL-101, UiO-66, dan *Zeolit imidazole Framework* (ZIF). Salah satu dari jenis MOF yang paling banyak diteliti adalah *Zeolit imidazole Framework* (ZIF) (Pei dkk, 2022; Chin dkk, 2018).

ZIF merupakan material yang terdiri dari  $Zn^{2+}$  sebagai ion pusat logam dan imidazol sebagai ligan organik (Bazzi dkk., 2022). Material ZIF memiliki topologi seperti zeolit (Jiang dkk., 2022). ZIF memiliki banyak keunggulan seperti luas permukaan yang besar dan ukuran pori yang dapat disesuaikan. Berdasarkan sifat-sifat tersebut, ZIF banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang seperti penyimpanan dan pemisahan gas, pengolahan air limbah, dan katalisis heterogen. Salah satu jenis ZIF yang terus dikembangkan adalah ZIF-8. (Wang dkk, 2019; Lee dkk, 2022).

ZIF-8 adalah material yang terdiri dari kation logam  $Zn^{2+}$  yang dikoordinasikan dengan penghubung organik 2-methylimidazole. ZIF-8 membentuk topologi zeolitik sodalit dengan pori berukuran 11,6 Å, diameter pori yang lebih kecil sebesar 3,4 Å dan luas permukaannya sebesar 1630 m/g (Etxeberria dkk, 2020; Ghaee dkk, 2019). ZIF-8 memiliki stabilitas kimia dan termal yang tinggi (Yang dkk., 2021).

ZIF-8 dapat disintesis dengan dua metode, yaitu metode solvotermal dan hidrotermal. Pada metode solvotermal, pelarut yang digunakan adalah pelarut organik seperti, methanol, N,N-dimetilformamida (DMF), N-metilpirolidin, dan N,N-dietilformamida. Namun, pelarut organik tersebut sulit dihilangkan dari pori-pori ZIF-8. Sedangkan pada metode hidrotermal, pelarut yang digunakan adalah air.

Dalam beberapa tahun terakhir, sintesis ZIF-8 menggunakan pelarut air telah menarik dan telah menjadi pendekatan alternatif. Penggunaan pelarut air untuk melarutkan prekursor dinilai lebih praktis. Karena air merupakan pelarut umum yang cukup melimpah, ekonomis dan ramah lingkungan (Kenyotha dkk., 2020). Sintesis ZIF-8 dengan pelarut air memiliki perbandingan molar logam  $Zn^{2+}$  dan ligan imidazol yang cukup besar (1:70), sehingga dibutuhkan suatu cara untuk mengurangi rasio molar logam  $Zn^{2+}$  dan ligan imidazole. Penambahan beberapa senyawa basa amina dapat bertindak sebagai agen deprotonasi ligan organik, sehingga penggunaan ligan organik dalam sintesis ZIF-8 dapat dikurangi. Basa amina yang digunakan adalah amonium hidroksida ( $NH_4OH$ ) (yang berfungsi sebagai agen deprotonasi dengan rasio molar  $Zn^{2+}$ :MeIM yang rendah (1:2) (Hikmawansyah, 2015; Nadifah, 2015).

ZIF-8 dapat dimodifikasi dengan penambahan ion logam (*Doping*) untuk meningkatkan kinerjanya. Doping merupakan proses sintetik yang dilakukan dengan cara mencampurkan prekursor yang digunakan dalam perbandingan komposisi tertentu. Hal ini dimaksudkan untuk mengubah atau memperbaiki sifatnya. Modifikasi ZIF-8 telah banyak dilakukan, seperti penelitian Yudianto dan Ratna, (2014) yang melakukan penambahan nikel sebagai logam asing menggunakan metode solvotermal dalam pelarut DMF pada suhu  $120\text{ }^{\circ}C$  dengan waktu 24 jam. Hasil karakterisasi dengan FTIR membuktikan terbentuknya ZIF-8 dengan munculnya pita pada bilangan gelombang sekitar  $421\text{ cm}^{-1}$  yang mengindikasikan terjadinya ikatan antara seng dengan nitrogen. Analisis termal dengan TGA (*Thermogravimetric Analysis*) menunjukkan Ni ZIF-8 terjadi pengurangan berat pada suhu sekitar  $200\text{--}500\text{ }^{\circ}C$  mencapai 17,07% (0,51 mg).

Hikmawansyah, (2015) melakukan sintesis ZIF-8 yang dimodifikasi dengan penambahan ion logam Ni menggunakan air sebagai pelarut dan penambahan amonium hidroksida pada suhu kamar. Sintesis Ni-ZIF-8 dilakukan dengan memvariasikan logam Ni sebesar 5, 10, 20 dan 30%. Hasil yang diperoleh dari modifikasi penambahan ion  $Ni^{2+}$  dalam sintesis dapat meningkatkan kristalinitas ZIF-8. Semua padatan hasil sintesis menunjukkan stabilitas termal pada suhu antara  $400\text{--}440\text{ }^{\circ}C$ .

Imaninsa, (2016) melakukan sintesis ZIF-8 yang dimodifikasi dengan penambahan ion logam  $Al_2O_3$  menggunakan pelarut methanol yang digunakan untuk katalis pada reaksi Esterifikasi PFAD (*Palm Fatty Acid Distillate*) pada suhu  $70\text{ }^\circ C$  selama 24 jam. Hasil analisis dengan SEM-EDX (*Scanning Electrom Microscope- Energy Dispersive X-Ray*) menunjukkan bahwa Al-ZIF-8 memiliki morfologi bentuk kotak dengan kandungan Al yang semakin besar.

ZIF-8 dengan penambahan logam Sn juga dilakukan oleh Ami, (2016) menggunakan pelarut N’N–dimetilformamida (DMF) pada suhu  $120\text{ }^\circ C$  dengan waktu sintesis 24 jam. Sintesis Sn-ZIF 8 dilakukan dengan memvariasikan logam Sn (II) sebesar 2,5; 5; 7,5; 10 dan 15%. Hasil karakterisasi menunjukkan kesamaan struktur dan morfologi antara Sn-ZIF-8 dengan ZIF-8. Kristalinitas maksimum diperoleh dari penambahan ion  $Sn^{2+}$  sebesar 5% (SnZ-5).

Berdasarkan uraian di atas, peneliti tertarik untuk melakukan modifikasi ZIF-8 dengan penambahan logam Sn dalam pelarut air. Logam Sn memiliki konfigurasi elektron  $d^{10}$ , dimana sifat struktural dan fisika-kimia  $d^{10}$  menarik dan penting karena aplikasinya dapat dikembangkan dalam nanoteknologi dan bahan katalis dibandingkan dengan Zn. Zn(II) adalah contoh logam transisi blok-d divalen dengan konfigurasi elektron  $d^{10}$ . Sifat khusus dari logam transisi d adalah kemampuannya untuk membentuk kompleks dengan ligan, baik anion maupun molekul netral, yang dapat bertindak sebagai donor elektron bebas (Hermawati dkk., 2016). Sampel yang dihasilkan akan dianalisis menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk memperoleh informasi tentang kristalinitas dan dikarakterisasi menggunakan *Fourier Transforms Infra Red* (FTIR) untuk mengetahui keberadaan gugus fungsional dari ZIF-8.

## 1.2 Perumusan Masalah

Adapun perumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh penambahan logam Sn pada sintesis Sn-ZIF-8 menggunakan pelarut air terhadap struktur yang dihasilkan?
2. Berapakah persentase logam Sn yang paling tepat pada sintesis Sn-ZIF-8 menggunakan pelarut air?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan logam Sn pada sintesis Sn-ZIF-8 menggunakan pelarut air terhadap struktur yang dihasilkan.
2. Untuk mengetahui berapakah persentase logam Sn yang paling tepat pada sintesis Sn-ZIF-8 menggunakan pelarut air

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai sintesis ZIF-8 dengan penambahan Sn menggunakan metode hidrotermal dalam pelarut air. Adanya pengetahuan mengenai karakteristik padatan tersebut diharapkan dapat membantu penelitian mengenai metode sintesis ZIF-8.