

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Metal-organic framework (MOF) merupakan material berpori baru yang telah banyak menarik perhatian karena memiliki sifat yang lebih unggul dibandingkan material pori lainnya. MOF tersusun dari kluster logam dan *linker* organik yang dihubungkan melalui ikatan koordinasi (Kukkar et al., 2018). MOF memiliki karakteristik yang lebih unggul dibandingkan material pori lainnya seperti topologi kristal berpori yang beragam, komponen logam yang tersebar, dan ukuran pori yang dapat diubah dan disesuaikan dengan sifat dan aplikasi yang diinginkan (X. Xiao et al., 2020). Selain itu MOF memiliki banyak potensi aplikasi seperti penyimpanan energi, penyimpanan gas, pemisahan gas, dan katalis (Xiao et al., 2020; Al-Naddaf et al., 2018; H. Y. Cho et al., 2012). Adapun sub kelas MOF yang banyak dilaporkan yaitu ZIF (*Zeolitic Imidazolate Framework*), IRMOF (*Isorectular Metal Organic Frameworks*), HKUST (*Hongkong University of Science and Technology*), dan MIL (*Material Institute Lavoiser*) (Z. Zhang et al., 2011).

Salah satu sub kelas MOF yang sedang banyak dikembangkan yaitu ZIF. ZIF merupakan jenis senyawa nanopori baru dengan jaringan tetrahedral yang mirip dengan zeolit (Park et al., 2006). Struktur silika dan alumina pada zeolit digantikan oleh ion logam transisi seperti Co, Cu, Zn, dan Fe yang terkoordinasi secara tetrahedral, sedangkan jembatan oksigen pada zeolit digantikan oleh *linker* imidazol yang membuat permukaan kerangka hibrida ZIF lebih mudah dimodifikasi dibandingkan dengan zeolit (Pan et al., 2011). Selain itu, kemiripan sifat ZIF dengan zeolit yaitu stabilitas kimia dan stabilitas termal yang tinggi (Hayashi et al., 2007).

Senyawa imidazol memiliki kemampuan donasi elektron jika direaksikan dengan garam ion logam sehingga dapat digunakan sebagai *linker* organik pada kerangka ZIF (Skorik et al., 2015). Salah satu turunan imidazol yaitu 2-metilimidazol (mim) bertindak sebagai *linker* organik yang akan mengikat ion logam bermuatan 2+ dan 3+, kemudian ion logam akan menghubungkan empat ligan imidazol (Chen et al., 2010). Seperti ZIF-8 yang menggunakan mim sebagai

linker organik dan logam Zn sebagai logam pusat (Hayashi et al., 2007). Adapun ion logam lain yang dapat digunakan sebagai logam pusat pada kerangka ZIF yaitu Cu^{2+} , namun dalam literatur belum banyak ditemukan.

Salah satu keunggulan dari ZIF yaitu memiliki kerangka yang mudah dimodifikasi/difungsionalisasi (Pan et al., 2011). Fungsionalisasi dilakukan untuk meningkatkan sifat dan karakteristik yang dihasilkan seperti memperkuat ikatan koordinasi, meningkatkan konektivitas antar kluster, menggabungkan gugus hidrofobik, kerigidan ligan, metatesis node, dan sebagainya (Wu et al., 2017). Fungsionalisasi dapat dilakukan dengan cara modifikasi kimia pada *linker* organik (Wei et al., 2014).

Senyawa yang umum digunakan sebagai *linker* organik atau jembatan ligan dalam modifikasi MOF yaitu porfirin karena substituen perifernya yang mudah disesuaikan, ukuran fisik yang besar, dan situs metalisasi tambahan dalam cincin. Selain itu, porfirin dan turunannya memiliki banyak manfaat karena sifatnya yang menarik seperti sifat emisi dan adsorpsi yang baik, struktur kokoh, aromatisitas kuat dan memiliki kompleks koordinasi logam yang beragam. Dalam modifikasi MOF, porfirin dapat meningkatkan kandungan ligan dan menghasilkan distribusi yang seragam pada MOF (Kong et al., 2021).

Chiang melaporkan ZIF berbasis Cu(II) dengan *linker* organik dari berbagai turunan imidazol yang menghasilkan performa dengan stabilitas thermal yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan MOF lainnya (Chiang et al., 2016). Namun, $\text{Cu}(\text{mim})_2$ yang dilaporkan pada penelitian tersebut menghasilkan performa dengan luas permukaan yang rendah, sehingga menyebabkan keterbatasan untuk digunakan dalam berbagai aplikasi, salah satunya yaitu bidang adsorpsi. Sebagai upaya untuk meningkatkan performa $\text{Cu}(\text{mim})_2$ adalah memodifikasi *linker* organik dengan molekul yang lebih besar yaitu molekul porfirin. Dalam modifikasi MOF, porfirin memiliki kemampuan untuk memberikan distribusi ligan yang seragam sehingga berpotensi meningkatkan luas permukaan ZIF (Kong et al., 2021).

Dalam literatur, sintesis ZIF berbasis $\text{Cu}(\text{mim})_2$ sudah ditemukan. Namun, modifikasi $\text{Cu}(\text{mim})_2$ menggunakan *linker* organik porfirin belum ditemukan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh *linker* porfirin pada modifikasi MOF berbasis $\text{Cu}(\text{mim})_2$ terhadap sifat dan karakteristik yang

dihasilkan. Dengan demikian, dalam penelitian ini dilaporkan pengaruh penambahan porfirin terhadap sifat fisiko-kimia ZIF Cu(mim)₂ berdasarkan analisa XRD, FTIR, TG/DTA, dan luas permukaan BET.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana pengaruh penambahan *linker* porfirin terhadap sifat dan karakteristik ZIF berbasis Cu(mim)₂.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penambahan *linker* porfirin terhadap sifat dan karakteristik ZIF berbasis Cu(mim)₂.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah memberikan informasi ilmiah mengenai pengaruh penambahan porfirin sebagai *linker* terhadap sifat fisikokimia ZIF berbasis Cu(mim)₂.

1.5 Struktur organisasi skripsi

Skripsi ini terdiri dari V Bab utama, diantaranya yaitu Bab I mengenai pendahuluan, Bab II mengenai kajian pustaka, Bab III mengenai metode penelitian, Bab IV mengenai hasil dan pembahasan, dan Bab V mengenai simpulan dan saran.

Pada Bab I terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan, dan manfaat penelitian yang dilakukan, serta terdapat struktur organisasi skripsi. Bab II terdiri dari teori dan konsep yang mendasari penelitian. Bab III terdiri dari waktu dan tempat penelitian, alat dan bahan, serta tahapan penelitian. Bab IV terdiri dari hasil dan pembahasan yang diperoleh dari penelitian. Sedangkan pada bab V terdiri dari simpulan dan saran dari penelitian.

Adapun lampiran yang mencakup perhitungan dan dokumentasi hasil penelitian.