

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Material berpori telah menarik perhatian dalam beberapa tahun terakhir (Pianca *et al.*, 2022). Keistimewaan material ini terletak pada strukturnya yang dipenuhi rongga-rongga kosong dengan berbagai bentuk dan ukuran (Rashidi *et al.*, 2022). Salah satu kelompok material berpori yang telah dipelajari secara ekstensif adalah *Metal-Organik Frameworks* (MOF). Beberapa sifat MOF yang muncul karena strukturnya, seperti luas permukaan yang besar, kristalinitas yang kuat, serta ukuran pori yang dapat diatur telah dibuktikan dalam berbagai penelitian (Liang *et al.*, 2022; Szczesniak *et al.*, 2020). Fitur dan sifat struktural ini telah menciptakan banyak aplikasi potensial untuk MOF, seperti dalam adsorpsi (N. A. Khan *et al.*, 2018), sensor (Liu *et al.*, 2019), penyimpanan (Kumar & Singh, 2020), dan katalis (Konnerth *et al.*, 2020).

Umumnya MOF disusun dari simpul logam dan ligan organik yang berikatan secara koordinasi. *Zeolit imidazolat frameworks-8* (ZIF-8) adalah salah satu kelompok MOF yang tersusun dari logam Zn (sebagai simpul logam) dan 2-metilimidazol (sebagai ligan organik) yang terkoordinasi dalam struktur kerangka menyerupai zeolit (Kaur *et al.*, 2017; Taheri *et al.*, 2021). Lebih dari publikasi MOF terkait dengan ZIF-8 dikarenakan sintesisnya yang mudah, stabilitas relatif tinggi sehingga memungkinkan banyak ide baru untuk diimplementasikan (Lai, 2018). Salah satunya pada topik penelitian mengenai modifikasi ligan organik dan fungsionalisasinya. Ketika merancang suatu MOF, desain ligan organik adalah salah satu faktor penting dalam membangun berbagai macam struktur. Pilihan ukuran ligan, geometri, dan konektivitas yang baik dapat menciptakan struktur dan topologi beragam yang membantu upaya merancang MOF dengan stabilitas tinggi dan porositas permanen (Ghasempour *et al.*, 2021).

Beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan untuk melihat pengaruh modifikasi ligan pada struktur ZIF-8. Seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Wang *et al.*, (2018) yang melaporkan modifikasi ZIF-8 dengan ligan tiourea (TU). Hasilnya dibanding ZIF-8 murni, ZIF-8-TU menunjukkan kemampuan adsorpsi Au(III) yang luar

biasa meskipun secara karakteristik luas permukaan dan volume pori menurun dengan pemuatan TU. Penelitian oleh Jameh *et al.*, (2020) memodifikasi ZIF-8 dengan etilendiamin (ED). Walaupun secara struktur tidak banyak berubah ZIF-8-ED memiliki waktu efisiensi adsorpsi yang lebih tinggi dibanding ZIF-8 murni. Le & Cho, (2021) melaporkan modifikasi ZIF-8 dengan ferrosianida (FC). Hasilnya ZIF-8-FC memiliki morfologi berongga dan kristal yang lebih kecil sehingga menghasilkan migrasi Cs<sup>+</sup> yang lebih baik. Merujuk pada literatur tersebut dapat disimpulkan bahwa konsep modifikasi ligan pada ZIF-8 dapat merubah susunan kerangka dari ZIF-8. Tentunya hal ini memberi peluang baik dalam meningkatkan sifat dan kemampuan ZIF-8 untuk aplikasi tertentu. Ligan lain yang masih belum banyak diteliti adalah porfirin dan derivatnya.

Porfirin merupakan senyawa makromolekul heterosiklik dan disusun dari porfin yang tersubstitusi oleh berbagai gugus fungsi. Porfirin sendiri telah berhasil digunakan sebagai ligan dalam penyusunan MOF (Hasankola *et al.*, 2020). Keunggulan ligan porfirin dibandingkan jenis ligan lainnya adalah kemampuan porfirin untuk berkoordinasi dengan banyak ion logam yang berbeda tanpa mengubah ligan dan mengubah gugus fungsi perifer (Tian & Zhang, 2019; Y. Zhu *et al.*, 2021). Kemampuan ini sudah diterapkan dalam berbagai aplikasi seperti sebagai agen *chelating* untuk pencitraan molekuler (Pyrzynska *et al.*, 2022) dan fungsionalisasi permukaan (Park *et al.*, 2021). Dalam literatur modifikasi ZIF-8 oleh porfirin ini masih belum banyak diteliti. Beberapa diantaranya dikaji oleh Park *et al.*, (2021) yang melakukan fungsionalisasi ZIF-8 dengan prekursor porfirin (Fe-TCPP).

Pada penelitian ini, ZIF-8 disintesis pada perbandingan logam Zn:ligan 2-metilimidazol yaitu 1:8. Sintesis dilakukan dengan metode hidrotermal dimana garam Zn dan liga 2-metilimidazol dilarutkan dalam air deionisasi. Ligan yang digunakan untuk proses modifikasi adalah *tetrakis(4-carboxyphenyl)porphyrin* (TCPP). Penggantian atau penambahan TCPP divariasikan pada komposisi Zn : 2-metilimidazol : TCPP, berturut-turut, 1:7,9:0,1; 1:7,5:0,5; dan 1:7:1. Dilakukan pemurnian lanjutan pada prosedur pencucian dan pengeringan untuk melihat pengaruh pemurnian pada karakteristik fisiko-kimia. Sifat fisiko-kimia yang dianalisis mencakup kristalinitas, gugus fungsi, luas permukaan pori, dan stabilitas termal dari padatan hasil sintesis dan modifikasi yang

masing-masing diuji menggunakan instrumentasi Difraksi Sinar-X (XRD), Spektroskopi Inframerah Transformasi Fourier (FTIR), *Brunauer–Emmett–Teller* (BET), dan Analisis Termogravimetri/Termal Diferensial (TG/DTA).

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh komposisi ligan TCPP pada karakter fisiko-kimia dari ZIF-8?
2. Bagaimana pengaruh pemurnian pada karakter fisiko-kimia dari ZIF-8 dan ZIF-8 termodifikasi TCPP?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui pengaruh komposisi ligan TCPP pada sifat fisiko-kimia dari ZIF-8.
2. Mengetahui pengaruh pemurnian pada karakter fisiko-kimia dari ZIF-8 dan ZIF-8 termodifikasi TCPP.

## 1.4 Luaran yang Diharapkan

Penelitian ini diharapkan memberikan informasi sebagai berikut.

1. Perbedaan sifat fisikokimia dari ZIF-8 dan ZIF-8 termodifikasi ligan TCPP.
2. Perbedaan sifat fisikokimia dari pengaruh pencucian pada ZIF-8 dan ZIF-8 termodifikasi TCPP.

## 1.5 Manfaat/signifikansi Penelitian

Pada penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam menghasilkan material variasi MOF lain dari ZIF-8, memberikan informasi mengenai pengaruh komposisi ligan TCPP pada sifat fisikokimia dari ZIF-8; dan memberikan informasi tambahan mengenai pengaruh pemurnian terhadap sifat fisikokimia ZIF-8 dan ZIF-8 yang dimodifikasi TCPP.