

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kerangka logam-organik, atau *Metal-Organic Framework* (MOF), merupakan salah satu material maju yang banyak diteliti dikarenakan potensi aplikasinya yang sangat luas, seperti penggunaannya sebagai fotokatalisis[1], katalisis[2], penyerapan gas[3], fluoresensi[4], konduksi proton[5], dan sel surya[6]. MOF adalah bahan kristalin yang terdiri dari senyawa organik ligan sebagai penghubung dengan kluster metal (atau atom logam) sebagai pusat koordinasi[7]. Dari sekian banyak jenis MOF yang telah disintesa dan dilaporkan, sebagian besar dihasilkan dengan menggunakan ligan yang memiliki potensi bahaya bagi lingkungan. Berbagai jurnal atau artikel telah menggunakan ikan zebra (*Danio rerio*) sebagai model vertebrata yang ideal untuk ekotoksikologi dan penilaian keamanan obat. Banyak penelitian sebelumnya telah menggunakan perubahan perilaku ikan zebra untuk menilai toksisitas sebuah zat. Misalnya, HKUST-1, yang dihasilkan dari penggabungan Cu^{2+} dan 1,3,5-benzenetricarboxylate (BTC)[8], pada konsentrasi 1 μM , tidak ada ikan embrio zebra yang bertahan atau hidup setelah 50 jam setelah fertilisasi[9]. Zeolite imidazolate frameworks-8 (ZIF-8) nanopartikel, yang terbuat dari ligan 2-methylimidazole dan Zn^{2+} , dilaporkan bahwa tidak ada embrio ikan zebra yang bertahan pada konsentrasi pada konsentrasi 200 μM setelah 50 jam setelah fertilisasi [10]. MIL101, yang terbuat dari Fe dan ligan 1,4-benzene dicarboxylate (1,4-BDC), ditemukan tidak ada embrio ikan zebra yang hidup pada konsentrasi 200 μM setelah 50 jam setelah fertilisasi[9]. Melihat potensi-potensi bahaya dari MOF berbahan ligan non-natural tersebut, oleh karena itu, dalam

penelitian ini dilakukan investigasi akan penggunaan ligan natural yang langsung dihasilkan dari ekstrak biomassa. MOF yang dihasilkan dengan memanfaatkan biomolekul dari biomassa ini lebih dikenal dengan sebutan BioMOF.

BioMOF umumnya dihasilkan dengan memanfaatkan biomolekul seperti asam amino, peptida, dan polisakarida yang memiliki aktivitas biologis dan tidak toksik[11]. Biomolekul-biomolekul tersebut digunakan karena sumber daya mereka yang kaya, sehingga MOF yang tersintesa bersifat ekonomis, memiliki sifat biokompatibilitas yang baik, dan keragaman struktural. Bio-MOF yang dihasilkan dengan menggunakan asam amino sangat ideal, karena asam amino kaya akan gugus -COOH dan -NH_2 . Namun, ditemukan bahwa Bio-MOF dengan ligan asam amino memiliki porositas yang rendah dikarenakan kelompok tertutup -COOH dan -NH_2 dalam struktur molekul asam amino. Polisakarida sebagai ligan juga memiliki peran penting dalam Bio-MOF, dimana telah dipelajari bahwa kuantitas polisakarida berdampak terhadap kristal morfologi dan ukuran dari bio-MOF[12].

Dari berbagai artikel yang telah dilaporkan tentang Bio-MOF, sejauh yang diketahui, penelitian yang mendemonstrasikan sintesa MOF menggunakan ekstrak biomassa secara langsung masih belum ada. Dalam penelitian ini, kami mencoba untuk memanfaatkan senyawa organik dalam ekstrak biomassa untuk menghasilkan Bio-MOF. Senyawa organik dalam ekstrak biomassa sebagian besar adalah senyawa heterosiklik[13], sehingga nantinya Bio-MOF yang dihasilkan adalah amorfous. Bio-MOF amorfous memiliki konduktivitas yang buruk[14], namun Bio-MOF ini masih memiliki potensi yang menjanjikan dalam pemurnian air dan air limbah. Selain itu, dengan memanfaatkan ekstrak biomassa, Bio-MOF yang dihasilkan ini memiliki sifat yang ekonomis dan tentunya ramah lingkungan. Biomassa

dalam pembuatan Bio-MOF didapatkan langsung melalui ekstraksi buah lerak. Buah lerak atau sapindus rarak mengandung fitokimia seperti saponin (rarasaponin I, II, III dan raraoside), alkaloid, fenolik, flavonoid, dan lain-lainnya[15]. Menggunakan kandungan fitokimia dari buah lerak tersebut secara langsung, penelitian ini ingin meneliti tentang MOF yang dapat dihasilkan dengan memanfaatkan campuran ligan-ligan organik dalam ekstrak biomassa dari buah lerak. MOF tersebut akan diteliti lebih lanjut agar diketahui sifatnya seperti kemampuan adsorpsi, dan struktur dari MOF tersebut. MOF tersebut yang memiliki nama lain Bio-MOF dengan memanfaatkan kandungan fitokimia dari buah lerak, terutama rarasaponin.

Penelitian ini memberikan gambaran akan potensi pemanfaatan langsung ekstrak bahan alam yang mengandung fitokimia dalam pembentukan Bio-MOF. Pengaruh pH terhadap Bio-MOF yang terbentuk akan dipelajari, adapun pH sintesa akan divariasi pada pH 3, 5, 7, 9, dan 11. Bio-MOF yang dapat tersintesa pada setiap pH akan diamati karakteristiknya, dan efektivitas adsorpsinya terhadap pewarna dan logam.

I.2 Tujuan Penelitian

1. Menentukan komposisi fitokimia dari ekstrak buah lerak melalui nilai *Total Flavonoid Content*, *Total Phenolic Content*, *Total Alkaloid Content*, *Total Tannin Content*, *Total Reducing Sugar Content* dan *Total Saponin Content*.
2. Mengevaluasi pengaruh pH sintesa (3, 5, 7, 9, 11) terhadap karakteristik Bio-MOF yang dihasilkan dari reaksi antara ekstrak lerak dan Cu(II), karakterisasi yang dievaluasi meliputi *yield*, morfologi, gugus fungsi, dan pola difraksi.
3. Menentukan sifat antioksidan (DPPH dan uji radikal hidroksil) dan antibakteri dari ekstrak dan Bio-MOF yang dihasilkan.

4. Menentukan performa adsorpsi Bio-MOF yang dilihat dari efisiensi penghilangan adsorbat pewarna (MB, MO, MG) dan metal (Pb dan Hg), dan kinetik terhadap pewarna MB.

I.3 Pembatasan Masalah

- Ekstrak buah lerak yang mengandung berbagai fitokimia menghasilkan Bio-MOF yang tidak murni terdiri dari saponin, sehingga Bio-MOF tersebut akan mengandung campuran fitokimia lainnya.