

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Fosfat bersama dengan nitrogen dapat menyebabkan proses eutrofikasi dimana hal tersebut terjadi dikarenakan nutrisi terlarut yang akan mengakibatkan turunnya oksigen terlarut [1]. Hal ini menyebabkan beberapa kerugian pada ekosistem perairan seperti pertumbuhan tanaman permukaan seperti eceng gondok, alga, dsb, yang sangat cepat dan dapat menutupi permukaan perairan yang mengakibatkan sinar matahari yang masuk ke perairan menjadi berkurang. Alga yang mati dan terdekomposisi oleh bakteri menggunakan oksigen dapat mengurangi kadar oksigen terlarut dalam air (oksigennya dapat terlarut habis), menyebabkan kondisi hipoksia atau anoksia. Ini dapat merugikan organisme air lainnya dan merusak ekosistem perairan. Menurut Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 22 Tahun 2021, terkait dengan Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup kualitas air bersih dengan konsentrasi fosfor kurang dari 1000 mg/L untuk perairan di Indonesia [2].

Secara umum, metode koagulasi-flokulasi umum digunakan dengan melibatkan pemanfaatan logam, termasuk aluminium, besi, dan kalsium, untuk bertindak sebagai koagulan [3]. Poly aluminium klorida digunakan untuk mengolah air limbah kota dengan 80% dari total efisiensi penyisihan fosfat [4]. Penelitian lain melaporkan pemanfaatan aluminium sulfat untuk menghilangkan fosfat dari air limbah dengan efisiensi penyisihan mencapai 90% [5]. Koagulan kimia juga digunakan yang menghasilkan penghilangan fosfat 68% dari air limbah glikol [6]. Namun, koagulan kimia ini telah dilaporkan merugikan kesehatan manusia dan lingkungan karena adanya sisa ion logam dalam jumlah berlebih dari lumpur yang dihasilkan, dan biayanya

juga dapat meningkatkan biaya operasional [7]. Residu aluminium yang tersisa di air limbah yang diolah atau habitat laut dapat dikaitkan dengan penyakit *Alzheimer* [8]. Studi mengklaim bahwa ion aluminium bertanggung jawab atas mekanisme pensinyalan kolinergik utama di otak, perubahan jalur pensinyalan fosfoinositida, dan terikat dengan beta amiloid yang dapat menyebabkan penyakit *Alzheimer* [9].

Dengan adanya kekurangan dari metode koagulasi-flokulasi maka metode adsorpsi adalah metode yang tepat untuk diterapkan dalam penghilangan fosfat dalam air. Metode adsorpsi dengan MOF dapat dirancang untuk memiliki selektivitas adsorpsi terhadap fosfat. Hal ini berarti MOF dapat menarik fosfat dengan lebih efisien daripada beberapa senyawa lain dalam air, sehingga meningkatkan efektivitas proses penghilangan fosfat. Ittrium (Y) adalah unsur tanah jarang yang dianggap ramah lingkungan. Ittrium merupakan logam trivalen dengan sifat Lewis asam yang kuat. Karena sifat Lewis basa keras dari fosfat, Ittrium menunjukkan penyerapan ligan yang kuat untuk membentuk kompleks Ittrium–fosfat. Namun belum banyak penelitian yang menunjukkan penggunaan Ittrium untuk menghilangkan fosfat dari air, sehingga dibutuhkan eksplorasi lebih terhadap interaksi Ittrium dalam air [10]. Stabilitas dan ketahanannya dalam kondisi lingkungan yang ekstrim menjadikannya menguntungkan untuk aplikasi adsorpsi. Memanfaatkan Y dalam bahan adsorben seperti Kerangka Logam-Organik (MOFs) atau adsorben berbasis partikel dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi dan selektivitas, sehingga menawarkan potensi untuk aplikasi industri dalam pengolahan air limbah, pemurnian air, dan penghilangan polutan tertentu. Pada penelitian ini, *Yttrium organic frameworks* (Y-MOFs) dengan ligan asam 1,3,5-benzenetrikarboksilat (BTC) dan asam 1,4-benzenadikarboksilat (BDC) digunakan sebagai adsorben untuk mengurangi kandungan fosfat berlebih pada larutan aqueous

penelitian yang ada tentang MOF mungkin belum sepenuhnya memahami potensi dan aplikasi Y-MOF. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menggali lebih dalam tentang sifat dan aplikasi Y-MOF, sekaligus memberikan kontribusi baru dalam pengembangan bahan MOF yang dapat memberikan manfaat lebih besar dalam berbagai bidang ilmu. Dengan alasan-alasan tersebut, pemilihan Y-MOF sebagai fokus penelitian menjadi langkah yang relevan dan berpotensi mendatangkan penemuan yang signifikan.

I.2 Tujuan Penelitian

- Membuat Y-MOF dengan variasi ligan dengan menggunakan metode solvotermal menggunakan pelarut dimetilformamida (DMF).
- Mempelajari karakteristik dari setiap Y-MOF sebelum dan setelah adsorpsi dan hubungannya dengan proses adsorpsi fosfat.
- Mempelajari mekanisme adsorpsi fosfat menggunakan Y-MOF melalui studi *isotherm* pada berbagai suhu (30, 40, dan 50 °C), dan kinetika adsorpsi dengan waktu (5; 10; 20; 30; 60; 90; 120; 180; dan 240 menit), dan pH (3; 4; 5; 6; 7; 8; 9 dan 10).
- Mempelajari reusability adsorben dan penerapannya pada sampel limbah cair.

I.3 Pembatasan Masalah

Sintesis material Y-MOF menggunakan ligan organik BDC dan BTC dengan metode solvotermal dalam pelarut DMF. Penelitian tidak akan mencakup sintesis material dengan metode atau pelarut lainnya dan penelitian ini akan fokus pada adsorpsi fosfat dalam air sebagai tujuan utama. Penelitian tidak akan mempertimbangkan adsorpsi atau interaksi dengan senyawa lain dalam air sintesis.