

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Selama beberapa tahun terakhir, konsumsi pupuk global mulai meningkat seiring meluasnya lahan panen. Pupuk merupakan unsur terpenting dalam industri pertanian untuk mendapatkan hasil panen yang tinggi [1]. Di dalam pupuk terdapat unsur-unsur penting untuk tumbuhan (unsur hara), seperti nitrogen, fosfat, dan kalium. Salah satu unsur terpenting bagi tumbuhan adalah fosfor atau fosfat, dimana senyawa ini berperan dalam transfer ATP pada proses fotosintesis, sintesis DNA dan RNA, serta pertumbuhan sel tumbuhan [2,3]. Fosfat umumnya didapatkan melalui tambang batuan. Diperkirakan, jika penambangan dilakukan terus-menerus, batuan fosfat akan habis dalam 50-100 tahun ke depan [4]. Lebih jauh, batuan fosfat harus melalui proses pelapukan dahulu agar dapat digunakan sebagai pupuk tanaman. Fosfat juga hanya dapat larut dalam tanah yang basah serta memiliki kandungan hidrogen [5,6]. Pupuk umumnya mengandung 10% fosfat dan tanah yang baik untuk perkembangan tumbuhan adalah tanah yang mengandung fosfat sekitar 25 ppm-50 ppm. Bila kandungan fosfat melebihi 50 ppm, fosfat akan berpotensi menjadi kontaminan air [7]. Oleh karenanya, dalam penelitian ini diusulkan cara lain untuk menyediakan nutrisi fosfat bagi tanaman, yaitu dengan memanfaatkan ion fosfat yang terkandung di dalam air.

Ion fosfat di dalam air sangat susah dipisahkan, karena ion fosfat berikatan kuat dengan logam multi valensi yang ada di dalam air sehingga membentuk garam yang susah larut dan senyawa kompleks lain [8]. Disisi lain, kandungan fosfat yang berlebihan dalam badan air (seperti sungai,

danau, laut, dll) dapat menyebabkan eutrofikasi. Eutrofikasi biasanya terjadi bila kandungan fosfat di dalam perairan melebihi 0,02 mg P/L [9]. Oleh karena itu pengurangan senyawa fosfat dalam air dengan metode adsorpsi dan memanfaatkan adsorbennya sebagai pupuk bagi tanaman dapat menjadi solusi ganda, yaitu untuk pencegahan eutrofikasi perairan dan penyediaan nutrisi tanaman. Metode adsorpsi dipilih karena mudah untuk diterapkan, keamanannya terjamin, ramah lingkungan, praktis, serta biayanya cukup rendah [10]. Berdasarkan data *Web of Science*, tingkat publikasi metode adsorpsi untuk pengolahan limbah air terus meningkat sejak tahun 2000 hingga tahun 2018 [11]. Hal ini menjadi bukti banyaknya peneliti yang masih tertarik terhadap metode adsorpsi ini, dan ingin melakukan penelitian lebih lanjut mengenai adsorpsi. Beberapa studi telah melaporkan aplikasi teknologi adsorpsi menggunakan berbagai adsorben untuk mengadsorpsi fosfat dari air, seperti goethite [8], Fe(III)-alginate [12], lignoselulosa [13], dan zeolit [14]. Salah satu adsorben yang cocok dan efektif untuk adsorpsi fosfat adalah adsorben yang memiliki kandungan besi, karena ion besi (terutama Fe^{3+}) merupakan logam yang efektif untuk mereduksi ion fosfat [15]. Dan juga besi merupakan unsur yang relatif berlimpah di alam dan ramah lingkungan [10].

Adsorben Fe@Alg juga mampu melepas fosfat yang telah teradsorpsi hanya dengan pengaruh cahaya matahari [1]. Menurut Karunarathna dkk (2019), fosfat dapat terlepas dari hidrogel karena terjadi reaksi fotokimia antara ion Fe^{3+} dan gugus karboksilat di dalam hidrogel yang dapat memecah ikatan polimer dari hidrogel [1]. Alhasil, adsorben ini juga dapat diaplikasikan sebagai pupuk atau media tanam bagi tumbuhan. Namun, belakangan ini ditemukan material baru yang sangat efektif digunakan sebagai adsorben, yaitu Metal Organic Framework (MOF). MOF memiliki sifat dari bahan organik dan anorganik, komposisi dan tipe struktur yang beragam, ukuran pori yang dapat diatur, luas permukaan yang besar, serta

lokasi logam yang koordinatif untuk mengatur kemampuan adsorpsi [10,16,17]. Masih sedikit publikasi penelitian yang menunjukkan pemanfaatan MOF untuk adsorpsi fosfat. Oleh karena itu, dalam penelitian kali ini digabungkan hidrogel alginat dengan MOF sebagai adsorben, lebih spesifiknya adsorben-adsorben tersebut adalah Fe@Alg, MIL100Fe@Alg, dan MIL101Fe@Alg.

Inkorporasi bubuk MOF dengan hidrogel dilakukan karena hidrogel dapat dibentuk, seperti bentuk manik-manik. Berbeda dengan MOF yang biasanya berbentuk bubuk, MOF di dalam hidrogel ini dapat diaplikasikan secara komersial [18]. Akan diukur performa adsorpsi ketiga adsorben tersebut serta direncanakan percobaan pelepasan fosfat teradsorpsi dengan bantuan cahaya matahari dari tiap adsorben yang kemudian dapat dimanfaatkan potensinya sebagai pupuk bagi tumbuhan.

I.2. Tujuan Penelitian

1. Mempelajari pengaruh jenis adsorben terhadap kapasitas adsorpsi fosfat.
2. Mempelajari pengaruh *recycleability* adsorben terhadap %removal dari adsorben.
3. Mempelajari profil pelepasan fosfat dari tiap jenis adsorben karena cahaya matahari.

I.3. Pembatasan Masalah

1. Adsorpsi fosfat dari larutan fosfat sintetik dilakukan oleh hidrogel Fe@Alg, MIL100Fe@Alg, dan MIL101Fe@Alg.
2. Parameter adsorpsi yang diukur adalah kapasitas adsorpsi dan %removal.