

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan kebutuhan masyarakat akan pangan dapat dipenuhi dengan kegiatan produksi pertanian, salah satunya melalui pemupukan (Soekamto dan Fahrizal, 2019). Pupuk yang biasa digunakan oleh petani merupakan pupuk yang mengandung unsur hara Nitrogen, Fosfor, dan Kalium (NPK) (Kushartono, dkk., 2009). Aplikasi pupuk yang melebihi batas dapat menyebabkan peningkatan unsur hara di badan air karena adanya penumpukan residu unsur kimia yang terkandung dalam pupuk (Wiguna, 2002). Residu unsur kimia ini adalah amonium, nitrat, dan fosfat yang dapat merembes ke sumber air terdekat seperti air tanah, sungai, dan danau (Bowden, dkk., 2015). Dampak dari konsentrasi tinggi amonium, nitrat, dan fosfat dalam air adalah eutrofikasi (Alaerts dan Santika, 1984).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, kadar maksimum untuk konsentrasi nitrat dan fosfat dalam air sungai kelas tiga adalah 20 mg/L dan 1,0 mg/L, sedangkan baku mutu amonium belum ditentukan. Limpasan air limbah pertanian dari saluran irigasi Koto Gadang Guguak Kecamatan Gunung Talang, Kabupaten Solok, Sumatera Barat, Indonesia digunakan sebagai sampel studi pendahuluan. Hasil analisis amonium, nitrat, dan fosfat yang didapatkan berturut-turut sebesar 9,98 mg/L, 52,873 mg/L, dan 4,905 mg/L. Apabila dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021, dapat dinyatakan konsentrasi nitrat dan fosfat air limbah pertanian melebihi baku mutu.

Salah satu upaya yang dapat diterapkan untuk penyisihan kandungan amonium, nitrat, dan fosfat dari air adalah adsorpsi (Umayana dan Karnaningroem, 2013). Adsorpsi merupakan pengolahan yang fleksibel, sederhana, ekonomis, dan efektif (Caramalau, dkk., 2009). Operasi proses adsorpsi dapat dilangsungkan dalam beberapa cara, antara lain sistem *batch* dan sistem kolom (Murdika, 2009). Sistem kolom lebih profitabel daripada sistem *batch* karena bersifat kontinyu dan memiliki daya tampung lebih besar, sehingga lebih cocok untuk penerapan di lapangan

(Karthikayen, dkk., 2004). Diketahui dua model aliran pada operasi adsorpsi kolom, yaitu *upflow* dan *downflow*. Penggunaan *upflow* lebih profitabel karena proses adsorpsi berlangsung lebih lama daripada *downflow*. *Upflow* bekerja lebih efektif karena zona interaksi antara adsorben dan adsorbat lebih panjang, sehingga penyisihan dan kapasitas adsorpsi menjadi meningkat. Eksperimen adsorpsi kolom menghasilkan kurva *breakthrough* yang berguna untuk melihat zona adsorpsi (Reynolds dan Richards, 1996).

Adsorben merupakan faktor penting dalam proses adsorpsi (Sudibandriyo dan Lydia, 2011). Salah satu material yang dapat dipertimbangkan sebagai adsorben adalah *biochar* (Nurida, dkk., 2015). Bahan baku *biochar* dapat diperoleh dari sisa biomassa pertanian seperti tempurung kelapa. Tempurung kelapa dapat digunakan sebagai adsorben karena mengandung komponen kimia selulosa, hemiselulosa, lignin, dan kadar abu (Iskandar dan Rofiatin, 2017). *Biochar* tempurung kelapa memiliki luas permukaan yang besar dan pori yang banyak dalam penyisihan unsur hara (Rahayu dan Herlambang, 2019). Penelitian terdahulu Lastarina (2021) memanfaatkan adsorben *biochar* tempurung kelapa untuk penyisihan amonium, nitrat, dan fosfat secara adsorpsi *batch* dengan kapasitas adsorpsi berturut-turut sebesar 2,96 mg/g, 3,70 mg/g, dan 2,77 mg/g. Penelitian Konneh, dkk., (2019) memanfaatkan *biochar* tempurung kelapa untuk penyisihan nitrat secara adsorpsi *batch* dengan kapasitas adsorpsi sebesar 12,97 mg/g. Penelitian You, dkk., (2019) menggunakan *biochar* tempurung kelapa dengan pengawetan dalam penyisihan nitrat secara adsorpsi *batch* dengan kapasitas adsorpsi sebesar 10,75 mg/g. Dari uraian penelitian di atas, dapat disimpulkan *biochar* tempurung kelapa berpotensi efektif sebagai adsorben dalam penyisihan amonium, nitrat, dan fosfat secara adsorpsi *batch*, sehingga penelitian perlu dikembangkan ke sistem adsorpsi kolom.

Selain *biochar*, busa poliuretan juga bisa digunakan sebagai adsorben. Busa poliuretan memiliki luas permukaan yang besar dan relatif murah (Moawed, dkk., 2013). Busa poliuretan diproduksi dengan mereaksikan poliisosianat dan polioli dengan bantuan zat peniup, surfaktan, dan katalis (Landrock, 1995). Penelitian Moawed (2013) menggunakan busa poliuretan untuk memisahkan mangan dan besi secara adsorpsi *batch* dengan efisiensi penyisihan sebesar 58% dan 62%. Dari uraian penelitian di atas, dinyatakan bahwa busa poliuretan dapat menjadi adsorben

yang efektif dalam penyisihan pencemar dari air limbah secara adsorpsi *batch*, sehingga penelitian perlu dikembangkan ke sistem adsorpsi kolom.

Berdasarkan penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa *biochar* tempurung kelapa maupun busa poliuretan mempunyai potensi yang baik sebagai adsorben dalam adsorpsi *batch*. Penelitian adsorpsi dengan kombinasi adsorben *biochar* tempurung kelapa dan busa poliuretan belum pernah dilakukan sebelumnya, maka penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui potensi efektivitas dua adsorben ini ketika digabungkan dalam adsorpsi kolom. Kombinasi adsorben yang digunakan memiliki rasio volume 2:1, rasio ini dipilih karena adanya perbedaan gugus fungsi yang terdapat dalam adsorben sehingga fungsinya saling melengkapi. Kombinasi adsorben ini dirancang untuk penyisihan pencemar dari air limbah dengan maksimal. Penelitian ini merupakan upaya pendekatan penerapan adsorpsi kolom di lapangan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai alternatif pemanfaatan limbah tempurung kelapa dan busa poliuretan dalam penyisihan amonium, nitrat, dan fosfat dari air limbah pertanian.

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud penelitian dari tugas akhir ini adalah untuk menguji potensi *biochar* tempurung kelapa dan busa poliuretan (rasio volume 2:1) dalam menyisihkan amonium, nitrat, dan fosfat dari air limbah pertanian pada eksperimen adsorpsi kolom.

Tujuan dari penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Menentukan *flow rate* optimum melalui percobaan optimasi untuk diterapkan pada air limbah pertanian.
2. Menganalisis profil *breakthrough* dari hasil eksperimen adsorpsi kolom.
3. Menentukan efisiensi penyisihan dan kapasitas adsorpsi *biochar* tempurung kelapa dan busa poliuretan dalam menyisihkan amonium, nitrat, dan fosfat dari larutan artifisial dan air limbah pertanian dengan eksperimen adsorpsi kolom.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini sebagai berikut:

1. Memanfaatkan kemampuan limbah tempurung kelapa dan busa poliuretan sebagai adsorben untuk menyisihkan amonium, nitrat, dan fosfat dalam larutan artifisial dan air limbah pertanian.
2. Menjadikan limbah tempurung kelapa dan busa poliuretan sebagai alternatif yang efektif, ekonomis, dan mudah didapatkan untuk menyisihkan amonium, nitrat, dan fosfat.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Lokasi pengambilan air limbah pertanian di Koto Gadang Guguak, Kecamatan Gunuang Talang, Kabupaten Solok, Sumatera Barat, Indonesia.
2. Studi pendahuluan dilakukan untuk menentukan konsentrasi amonium, nitrat, dan fosfat dalam air limbah pertanian.
3. Eksperimen ini dilakukan secara *upflow* pada kolom akrilik dengan ketinggian *bed* 18 cm dan diameter 4 cm.
4. Eksperimen adsorpsi kolom dilakukan dengan menggunakan adsorben *biochar* tempurung kelapa dengan dimensi $\pm 0,5 \times 0,5 \times 0,3$ cm dan busa poliuretan dengan dimensi $\pm 0,5 \times 0,5 \times 0,5$ cm (Worch, 2012).
5. Sampel untuk percobaan ini adalah larutan artifisial dan air limbah pertanian. Larutan artifisial dengan variasi *flow rate* 10 mL/menit, 20 mL/menit, dan 30 mL/menit (Abdolali, dkk., 2017). Air limbah pertanian dengan *flow rate* optimum yang ditentukan dari larutan artifisial.
6. Analisis kandungan amonium, nitrat, dan fosfat menggunakan spektrofotometer. Metode analisis amonium secara Nessler sesuai dengan SNI 06-2479-1991 dengan panjang gelombang 420 nm. Metode analisis kadar nitrat dilakukan secara metode brusin sulfat sesuai dengan SNI 06-2480-1991 pada panjang gelombang 410 nm. Metode analisis fosfat dilakukan secara asam askorbat sesuai dengan SNI 06-6989.31-2005 pada panjang gelombang 880 nm.

7. *Flow rate* optimum ditentukan dan analisis profil *breakthrough* yang terdiri dari waktu *breakthrough*, volume *breakthrough*, waktu jenuh, volume jenuh, *mass transfer zone* (MTZ), dan *empty bed contact time* (EBCT).
8. Efisiensi penyisihan dan kapasitas adsorpsi didapatkan pada percobaan ini.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisi tentang latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, ruang lingkup penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini mencakup pencemaran air limbah pertanian, karakteristik limbah, parameter amonium, nitrat, dan fosfat beserta pengaruhnya, metode adsorpsi, *biochar* tempurung kelapa dan busa poliuretan, kurva *breakthrough*, dan teori terkait lainnya.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tahapan penelitian yang dilakukan, studi literatur, persiapan penelitian termasuk alat dan bahan, metode analisis yang digunakan di laboratorium, serta tempat dan waktu penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini memuat hasil penelitian beserta pembahasannya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah dijelaskan.