

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris dengan komoditas utamanya adalah pertanian. Sebagai penghasil pangan, sektor pertanian memiliki peranan yang sangat penting bagi penduduk yang terus meningkat setiap tahun. Sumatera Barat adalah salah satu provinsi di Indonesia yang memiliki sektor pertanian yang besar khususnya Kabupaten Solok. Seiring dengan berkembangnya sektor pertanian akan dibarengi dengan penggunaan pupuk dalam jumlah yang besar.

Berbagai kegiatan pertanian dapat menimbulkan permasalahan terhadap lingkungan dari awal masa tanam sampai masa panen, salah satunya adalah pemupukan. Pemupukan merupakan bagian yang tak terpisahkan dari kegiatan pertanian. Di bidang pertanian, pupuk sangat mempengaruhi kelangsungan hidup tanaman di lahan pertanian, namun disisi lain penggunaan pupuk dapat mempengaruhi kualitas lingkungan. Kegiatan pemupukan pada lahan pertanian dapat menghasilkan air limbah pertanian yang mengandung berbagai macam polutan pencemar. Pemupukan pada lahan pertanian dilakukan sebanyak 2 sampai 3 kali dari awal masa tanam hingga masa panen dan biasanya dilakukan dengan cara disebar secara merata pada permukaan tanah disekitar tanaman padi, penempatan pupuk diantara barisan padi, membuat lubang disamping batang padi dengan jarak 10 m kemudian di isi pupuk dan ditanam oleh tanah, atau dengan penyemprotan pada bagian tanaman. Selain itu, pada saat pemupukan saluran irigasi dan pengairan sawah akan ditutup sementara agar pupuk tidak terbawa oleh aliran air (Purba, dkk, 2021). Hal ini dapat mengakibatkan akumulasi residu unsur nitrogen (N), fosfat (P), dan kalium (K) dalam tanah mengendap di lahan pertanian, saluran irigasi dan air tanah (Triyono, 2013). Selain itu, penggunaan pupuk secara terus-menerus akan menyebabkan perubahan struktur tanah, pemadatan, menurunnya kandungan unsur hara tanah, dan pencemaran lingkungan (Tando, 2018).

Pupuk yang biasanya digunakan pada lahan pertanian adalah pupuk NPK Phonska yang mengandung unsur hara utama lebih dari dua jenis yaitu unsur hara nitrogen

15%, fosfat 15% dalam bentuk  $P_2O_5$ , kalium 15% dalam bentuk  $K_2O$ , sulfur 10% dan unsur lainnya (Purba, dkk, 2021). Unsur nitrogen dan Fosfat adalah unsur utama yang terkandung di dalam pupuk sehingga penggunaan pupuk dalam jangka waktu yang lama akan meningkatkan kandungan nitrogen dan fosfat dalam air limbah pertanian. Kandungan nitrogen pada pupuk berada dalam bentuk  $NO_3^-$  (nitrat) dan  $NH_4^+$  (amonium). Sebagian besar nitrogen pada tanah sawah tergenang dalam bentuk  $NH_4^+$ , karena bentuk  $NO_3^-$  mudah berubah (tidak stabil) pada tanah anaerobik, dan sebagian besar  $NO_3^-$  dari tanah dan pupuk hilang sebagai  $N_2$  selama proses denitrifikasi (McGrath, dkk, 2014). Senyawa amonium ( $NH_4^+$ ) dapat teroksidasi membentuk nitrat dan nitrit yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Keberadaan senyawa ini juga menimbulkan bau pada air (Pratiwi, 2017). Fosfat (P) adalah unsur esensial kedua setelah N yang terkandung dalam pupuk dan berperan penting dalam kebanyakan reaksi enzim pada tanaman yang bergantung kepada fosforilase. Nitrat, amonium, dan fosfat merupakan nutrisi penting bagi tanaman namun jika dalam konsentrasi yang berlebihan akan menimbulkan dampak yang berbahaya. Jumlah nitrat, amonium, dan fosfat yang tinggi akan mempercepat eutrofikasi dan menghasilkan pertumbuhan alga yang sangat besar (*algae blooming*) dan berakibat kurangnya sinar matahari yang masuk ke perairan sehingga mempengaruhi kadar oksigen terlarut, suhu, dan parameter lainnya (Irwan, dkk, 2017). Menurut Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, standar baku mutu kandungan nitrat (sebagai N) dan fosfat (sebagai P) yang diizinkan dalam lingkungan perairan kelas III adalah 20 mg/L dan 1,0 mg/L.

Kelebihan kadar nitrat, amonium dan fosfat pada air limbah pertanian ini dapat disisihkan dengan berbagai proses pengolahan. Salah satu proses yang dapat dilakukan adalah metode adsorpsi. Adsorpsi adalah proses penjerapan suatu zat (molekul dan ion) pada permukaan media adsorpsi. Adsorpsi terjadi ketika fluida (cair atau gas) berikatan dengan padatan dan akhirnya membentuk film (lapisan tipis) pada permukaan padatan. Metode adsorpsi dikenal sebagai metode yang relatif sederhana, mudah dan murah, serta memiliki efisiensi penyisihan yang tinggi (Crittenden, dkk, 2012).

Dalam adsorpsi digunakan istilah adsorbat dan adsorben, dimana adsorbat adalah bahan yang diadsorpsi atau bahan yang dipisahkan dari pelarut, sedangkan adsorben adalah media penjerap (Syauqiah, dkk, 2011). Salah satu adsorben yang dapat digunakan dalam metode adsorpsi penyisihan nitrat, amonium dan fosfat pada limbah pertanian adalah busa poliuretan. Busa poliuretan terbentuk dari polikondensasi dari senyawa poli-hidroksi (poliol) dengan isosianat. Pembentukan busa ini dapat terjadi ketika bahan peniup (*blowing agent*) dalam jumlah sedikit dan air ditambahkan selama proses polimerisasi. Air akan bereaksi dengan gugus isosianat membentuk asam karbamat yang secara spontan kehilangan CO<sub>2</sub> dan membentuk gelembung busa (Manik, 2014). Berdasarkan sifat mekanik dan kerapatannya, busa poliuretan dapat diklasifikasikan sebagai busa fleksibel, semi kaku atau kaku (Cinelli, dkk, 2013). Luas permukaan busa poliuretan yang besar menjadikannya bahan penjerap yang sangat baik dan tersedia dengan harga yang relatif murah. Selain itu, busa poliuretan stabil dalam larutan asam dan basa dan strukturnya tidak berubah saat dipanaskan hingga 180°C. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Octaerlian (2020) menunjukkan bahwa penambahan media busa poliuretan dapat meningkatkan efisiensi penyisihan nitrit (NO<sub>2</sub>) sebesar 66,745 dan nitrat (NO<sub>3</sub>) sebesar 58,2% dari air limbah domestik. Selain itu, hasil penelitian Moawed, dkk (2013) mengenai kinerja adsorben busa poliuretan dalam menyisihkan besi dan mangan dengan variasi debit 0,5-10 mL/menit didapatkan efisiensi penyisihan sebesar 58-62%. Oleh karena itu, busa poliuretan merupakan material yang ideal untuk digunakan sebagai adsorben dalam proses adsorpsi (Manik, 2014).

Proses adsorpsi dapat dilakukan dengan sistem *batch* atau sistem kolom. Dibandingkan dengan sistem batch, sistem kolom merupakan jenis sistem adsorpsi yang paling umum digunakan. Keunggulan sistem kolom adalah larutan selalu bersentuhan dengan adsorben, sehingga adsorbat dapat teradsorpsi secara optimal hingga adsorben mencapai kondisi jenuh dan memiliki kapasitas besar (Widi, 2015). Metode kolom menggunakan adsorben yang dimasukkan ke dalam sebuah kolom dan larutan artifisial dilewatkan pada kolom dengan laju alir tertentu. Metode kolom dianggap mampu mengadsorpsi senyawa organik dalam larutan khususnya nitrat dan fosfat (Komari, dkk, 2012). Pada sistem kolom dapat

dilakukan dengan dua cara aliran yaitu aliran dari atas ke bawah (*down flow*) atau aliran dari bawah ke atas (*up flow*) (Setiaka, dkk, 2010). Pemakaian arah aliran dari bawah ke atas (*up flow*) memperlambat proses adsorpsi dibandingkan dengan aliran dari atas ke bawah (*down flow*) sehingga penyisihan adsorbat dan kapasitas adsorpsi akan meningkat dan lebih efektif. Pada aliran *up flow* adsorbat yang dikontakkan lebih maksimal dibandingkan *down flow* dikarenakan aliran air nya menyebar lebih merata di sepanjang kolom. Selain itu, aliran dari bawah ke atas (*up flow*) lebih mudah dalam pengoperasian laju alirnya dibandingkan aliran dari atas ke bawah (*down flow*) (Reynolds, 1996). Penerapan kolom adsorpsi untuk mengolah konsentrasi nitrat, amonium, dan fosfat dapat dilakukan ketika masa pemupukan dimana konsentrasi nitrat, amonium, dan fosfat pada air limbah pertanian meningkat dan melebihi baku mutu.

Berdasarkan uraian diatas maka dilakukan penelitian untuk menguji kemampuan busa poliuretan sebagai adsorben dalam menyisihkan nitrat dan fosfat menggunakan metode adsorpsi kolom. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif penyisihan polutan dan pemanfaatan busa poliuretan bagi masyarakat.

## **1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian**

Maksud dari penelitian tugas akhir ini adalah untuk menguji potensi busa poliuretan dalam menyisihkan nitrat, fosfat dan amonium dari larutan artifisial dan air limbah pertanian dalam percobaan kolom menggunakan metode adsorpsi.

Tujuan penelitian ini sebagai berikut:

1. Menentukan laju alir optimum dari percobaan optimasi untuk digunakan pada percobaan aplikasi.
2. Menganalisis hasil profil *breakthrough* yang terjadi selama percobaan kolom adsorpsi.
3. Menentukan efisiensi penyisihan dan kapasitas adsorpsi dengan adsorben busa poliuretan dalam menyisihkan nitrat, amonium dan fosfat pada larutan artifisial.
4. Menentukan efisiensi penyisihan dan kapasitas adsorpsi dengan adsorben busa poliuretan dalam menyisihkan nitrat, amonium dan fosfat pada air limbah pertanian.

### 1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menggunakan dan memanfaatkan busa poliuretan sebagai adsorben dalam penyisihan nitrat, amonium, dan fosfat pada air limbah pertanian;
2. Menjadikan busa poliuretan sebagai alternatif adsorben yang mudah didapatkan dengan biaya yang relatif murah serta efisien dalam penyisihan nitrat, amonium, dan fosfat.

### 1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Adsorben yang digunakan pada percobaan adalah busa poliuretan dengan ukuran 0,5 x 0,5 x 0,5 cm.
2. Percobaan dilakukan untuk menyisahkan nitrat, amonium, dan fosfat yang terkandung di dalam larutan artifisial dan air limbah pertanian.
3. Metode yang digunakan pada percobaan adalah kolom adsorpsi dengan sistem pengaliran secara *upflow* menggunakan laju aliran sebesar 10 mL/menit, 20 mL/menit dan 30 mL/menit pada larutan artifisial. Limbah asli pertanian menggunakan laju aliran optimum yang didapatkan pada percobaan optimasi limbah artifisial.
4. Kolom yang digunakan pada percobaan ini berbahan akrilik dengan diameter 4 cm dan tinggi 20 cm.
5. Sampel diambil pada 4 titik lokasi sampling untuk studi pendahuluan dan percobaan optimasi dan 1 titik lokasi sampling untuk percobaan aplikasi
6. Analisis kadar nitrat dilakukan dengan metode spektrofotometer secara brusin sulfat dengan panjang gelombang 410 nm sesuai dengan SNI 06-2480-1991. Analisis fosfat dilakukan dengan metode spektrofotometer secara asam askorbat dengan panjang gelombang 880 nm sesuai dengan SNI 06-6989.31-2005. Analisis amonium dilakukan dengan metode spektrofotometer secara nessler dengan panjang gelombang 420 nm sesuai dengan SNI 06-2479-1991.
7. Analisis profil *breakthrough* terdiri dari waktu *breakthrough*, volume *breakthrough*, waktu jenuh, volume jenuh, *mass transfer zone* (MTZ) dan *empty bed contact time* (EBCT).

## 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah:

### **BAB I            PENDAHULUAN**

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

### **BAB II           TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini membahas tentang air limbah pertanian, karakteristik limbah pertanian, bahaya kandungan nitrat, amonium, dan fosfat dalam limbah pertanian, metode adsorpsi, adsorben dan potensi adsorben busa poliuretan.

### **BAB III          METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan tentang tahapan penelitian yang dilakukan, studi literatur, persiapan percobaan mencakup alat dan bahan, persiapan instalasi percobaan, metode analisis laboratorium, lokasi dan waktu penelitian.

### **BAB IV          HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini berisikan hasil penelitian yang didapatkan meliputi kondisi sampel, percobaan optimasi dan percobaan aplikasi disertai dengan pembahasannya.

### **BAB V           KESIMPULAN DAN SARAN**

Bab ini berisikan kesimpulan berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian serta saran dari penulis sebagai penutup.