

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tahu merupakan salah satu makanan khas Indonesia yang terbuat dari kacang kedelai yang merupakan salah satu makanan favorit masyarakat Indonesia. Tahu memiliki kandungan protein nabati yang tinggi serta memiliki harga yang terjangkau. Usaha tahu di Indonesia mengalami perkembangan yang pesat karena pembuatannya yang sederhana. Industri tahu saat ini, khususnya di pulau Jawa terdapat 86.400 unit dengan kapasitas produksi hingga 2,56 juta ton per tahun. Limbah cair yang dihasilkan oleh pabrik tahu ini mencapai 20.000.000 m<sup>3</sup>/tahun (Faisal et al., 2016).

Limbah cair yang berasal dari industri tahu mengandung zat organik dan nutrisi yang tinggi. Jika tidak diolah terlebih dahulu, limbah industri tahu tersebut dapat menyebabkan eutrofikasi pada badan air. Meskipun telah terdapat pengolahan air limbah tahu di Desa Giriharja, Kabupaten Sumedang menggunakan *multistages fixed bed reactor anaerobic digester*, efluen dari pengolahan tersebut hanya mampu menyisihkan amonium dan fosfor hingga 178±21 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>-N/L dan 79±13 mg P/L berturut-turut yang kemudian efluen dari *anaerobic digester* tersebut langsung dibuang ke badan air. Nilai batas baku mutu amonia nitrogen dan fosfat berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup pada perairan kelas 3 yaitu 0,5 mg/L dan 1 mg/L.

Nilai amonium dan fosfat yang dilepaskan ke badan air dari pengolahan *anaerobic digester* tersebut tidak memenuhi baku mutu. Oleh karena itu diperlukan pengolahan lanjutan. Pengolahan lanjutan yang biasa digunakan untuk menyisihkan amonium yaitu proses biologis menggunakan mikroorganisme, presipitasi kimia, klorinasi hingga titik jenuh, *air stripping*, *reverse osmosis*, dan *Advanced Oxidation Process* (AOPs) (Zhou & Wang, 2023) Sedangkan untuk penyisihan fosfat pada air limbah dapat dilakukan dengan elektrokoagulasi (Hu et al., 2023), penggunaan *biochar* (Chen et al., 2023), dan presipitasi kimia (Grini, 2018).

Presipitasi *struvite* merupakan metode presipitasi kimia yang dapat dilakukan untuk menyisahkan amonium dan fosfat dari air limbah dengan cara menambahkan magnesium pada air limbah dan kemudian dihomogenkan. Produk dari presipitasi tersebut berupa *struvite* yang merupakan mineral yang mengandung magnesium (Mg), amonium dan fosfat ( $MgNH_4PO_4 \cdot 6H_2O$ ) atau disebut juga dengan MAP (*magnesium ammonium phosphate*). Kristal MAP, dengan pengolahan lebih lanjut dapat dimanfaatkan menjadi pupuk pertanian (Çelen & Türker, 2001). Proses presipitasi *struvite* sangat dipengaruhi oleh pH, suhu dan keberadaan ion lainnya (contoh: kalsium) (Grini, 2018).

Penggunaan magnesium murni sebagai garam Mg (contoh:  $MgCl_2$  dan  $MgSO_4$ ) akan memakan biaya yang besar dan mengurangi kemungkinan keberlangsungan proses presipitasi. Sebagian besar biaya untuk proses *struvite* berasal dari bahan kimia, terutama Mg yang dapat memakan 75% dari total biaya yang dikeluarkan. Magnesium merupakan kation yang dapat ditemukan dalam jumlah melimpah pada air laut yaitu sebesar  $\approx 1.300$  mg/L (Grini, 2018). Untuk mengurangi biaya operasional, air laut dapat digunakan sebagai sumber magnesium untuk proses presipitasi (Shaddel et al., 2020). Penelitian terdahulu yang menggunakan air laut sebagai sumber magnesium untuk presipitasi *struvite* menunjukkan hasil penyisihan amonium sebesar 71,9% (Ha et al., 2023) dan fosfat hingga 96% (Zhang, 2022) pada air limbah peternakan. Penelitian lainnya menunjukkan hasil penyisihan amonium dan fosfat pada lindi dapat mencapai 99% untuk kedua parameter (Mehedi et al., 2022).

*Recovery* amonium dan fosfat menggunakan metode presipitasi *struvite* dengan air laut sebagai sumber magnesium belum pernah dilakukan sebelumnya. Untuk itu, pada penelitian ini dilakukan proses presipitasi *struvite* secara kontinu dengan dua variasi waktu retensi. Variasi waktu retensi perlu digunakan untuk mengetahui waktu retensi ideal dan pengaruhnya terhadap persen *recovery* serta bentuk kristal yang dihasilkan. Air limbah yang digunakan adalah air limbah artifisial yang merujuk pada kandungan air limbah tahu yang masih terbatas penelitian terkait *recovery*-nya menggunakan presipitasi *struvite* dengan sumber magnesium yang berasal dari air laut. Penelitian terkait *recovery* amonium dan fosfat pada efluen dari *anaerobic digester* limbah tahu menggunakan proses presipitasi *struvite* dengan

sumber magnesium yang berasal dari air laut masih sangat terbatas dan dibutuhkan penelitian yang lebih lanjut.

## 1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

Maksud yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk menganalisis kinerja *recovery* amonium dan fosfat dengan presipitasi *struvite* menggunakan reaktor kolom dengan sumber magnesium dari air laut.

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

- 1 Menganalisis kinerja *recovery* amonium pada dua waktu retensi yang berbeda pada proses presipitasi *struvite* menggunakan reaktor kolom.
- 2 Menganalisis kinerja *recovery* fosfat pada dua waktu retensi yang berbeda pada proses presipitasi *struvite* menggunakan reaktor kolom.
- 3 Menganalisis kandungan dan morfologi kristal *struvite* yang terbentuk dari proses presipitasi.

## 1.3 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat kepada berbagai pihak, yaitu:

- 1 Diperoleh kinerja *recovery* amonium dan fosfat oleh presipitasi *struvite* dengan sumber Mg dari air laut.
- 2 Menjadi salah satu alternatif teknologi dalam menyisihkan amonium dan fosfat pada limbah cair sehingga dapat menangani permasalahan pencemaran air.
- 3 Menghemat biaya pengolahan amonium dan fosfat pada air limbah dengan menggunakan air laut.
- 4 Diperoleh kristal *struvite* atau MAP yang dengan pengolahan lebih lanjut dapat digunakan sebagai pupuk.

#### 1.4 Batasan Masalah

Agar penelitian ini lebih terarah dan terfokus sesuai dengan penelitian yang ingin dicapai, maka penulis menetapkan batasan permasalahannya mengenai:

- 1 Penelitian dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Lingkungan Departemen Teknik Lingkungan Universitas Andalas. Penelitian dilakukan selama sebulan dari tanggal 13 Mei 2024 – 17 Juni 2024.
- 2 Reaktor kolom yang dipakai untuk proses presipitasi *struvite* dengan sistem kontinu.
- 3 Influen yang digunakan merupakan air limbah artifisial berdasarkan efluen *anaerobic digester* limbah tahu Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) di Desa Giriharja, Kabupaten Sumedang dengan konsentrasi awal amonium sebesar 180 mg/L dan fosfat sebesar 80 mg/L.
- 4 Parameter lingkungan yang diamati adalah pH, suhu, amonium, dan fosfat.
- 5 Variasi waktu retensi yang digunakan berdasarkan penelitian oleh Mehedi et al., (2022) adalah selama 60 dan 120 menit dengan waktu *running* selama 7 hari per waktu retensi dengan suhu ambien.
- 6 Kecepatan pompa influen yang digunakan berdasarkan waktu retensi adalah 12 mL/menit dan 6 mL/menit.
- 7 pH yang digunakan yaitu di atas 8 berdasarkan penelitian oleh Grini (2018).
- 8 Metode pengukuran menggunakan Spektrofotometri untuk penentuan parameter uji amonium (SNI 06-6989.30-2005) dengan perhitungan efisiensi penyisihan amonium dan fosfat (SNI 06-6989.31-2005) dengan perhitungan efisiensi penyisihan fosfat.
- 9 Pengamatan hasil kristal MAP menggunakan *Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-ray Spectroscopy* (SEM-EDX) dan *X-Ray Diffraction* (XRD).

## 1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan uraian garis besar tugas akhir ini adalah:

### **BAB I            PENDAHULUAN**

Bab ini berisi latar belakang, maksud dan tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah penelitian dan sistematika penulisan.

### **BAB II           TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini berisi tentang landasan teori dari berbagai referensi dan literatur terkait air limbah tahu, amonium, fosfat, presipitasi *struvite*, kristal *struvite* dan penelitian terdahulu.

### **BAB III        METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan waktu dan lokasi penelitian, tahapan penelitian yang dilakukan, konfigurasi reaktor penelitian dan metode analisis.

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

Bab ini berisikan hasil analisis konsentrasi amonium dan fosfat serta kristal *struvite*.

### **BAB V        PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan dan saran berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan.

