

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kegiatan industri tahu sangat populer di kalangan masyarakat Indonesia sebagai industri pangan berbahan dasar protein nabati (Putra et al., 2022). Air limbah produksi tahu memiliki konsentrasi *organic matter* dan *nutrient* yang tinggi sehingga dapat menyebabkan eutrofikasi jika langsung dibuang ke badan air (Lin et al., 2021). Salah satu pengolahan air limbah produksi tahu adalah pengolahan yang dilakukan oleh Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yang telah diterapkan di Desa Giriharja, Kabupaten Sumedang menggunakan pengolahan *multistages fixed bed reactor anaerobic digester*.

Meskipun BRIN telah mengolah limbah tahu menggunakan *multistages fixed bed reactor anaerobic digester*, efluen limbah tahu yang dihasilkan hanya mampu mendegradasi kandungan amonium, fosfor, dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) sampai angka 178 ± 21 mg NH_4^+ -N/L, 79 ± 13 mg P/L (325 mg PO_4^{3-} /L), dan 50 mg COD/L berturut-turut dan kemudian efluen dari *anaerobic digester* langsung dibuang ke badan air. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, batas baku mutu nitrogen sebagai amoniak untuk peruntukan air kelas 3 sebesar 0,5 mg/L. Sementara itu batas baku mutu senyawa fosfat pada peraturan yang sama untuk peruntukan air kelas 3 sebesar 1 mg/L. Sedangkan COD pada air limbah industri tahu diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Kedelai yaitu dengan konsentrasi COD 300 mg/L.

Parameter amonium dan fosfat merupakan parameter pencemar yang melebihi baku mutu pada pengolahan air limbah tahu yang didirikan oleh BRIN. Oleh karena itu diperlukan *tertiary treatment* untuk mengolah air limbah efluen dari *multistages fixed bed reactor anaerobic digester*. Pengolahan air limbah lanjutan yang diusulkan adalah penggunaan kombinasi proses presipitasi *struvite* dan proses PN/A. Pengolahan presipitasi *struvite* cocok digunakan untuk menyisihkan

amonium dan fosfat pada persentase hingga 74% $\text{NH}_4^+\text{-N/L}$ dan 83% $\text{mg PO}_4^{3-}/\text{L}$ air limbah dari *anaerobic digester* (Ryu et al., 2020). Sementara itu, proses PN/A pada *single stage* dapat menyisihkan ammonium rata-rata hingga 80% dengan penyisihan tertinggi pada 98,2% $\text{NH}_4^+\text{-N/L}$ (Le et al., 2023). Penggunaan kombinasi presipitasi *struvite* dan PN/A diharapkan mampu lebih efektif menyisihkan fosfat dan ammonium sebagai *tertiary treatment*.

Penyisihan amonium dan fosfat direncanakan menggunakan proses presipitasi pada reaktor kolom dan proses PN/A pada reaktor *fixed bed reactor* (FBR) dengan influen berupa *liquid adjusting* seperti efluen dari *multistages fixed bed reactor anaerobic digester* yang didirikan BRIN. Penyisihan menggunakan reaktor dengan waktu detensi total selama 7,5 jam. Pada proses presipitasi *struvite* digunakan reagen MgCl_2 sebagai sumber Mg^{2+} untuk membentuk *struvite* dikarenakan keefektifan MgCl_2^{2+} membentuk *struvite* dibandingkan MgO (Chen et al., 2022). Pada proses PN/A digunakan inokulum campuran dari bakteri *Anaerobic Ammonium Oxidation (Anammox)* spesies *Candidatus brocadia fulgida* yang berasal dari Talago Koto Baru-Padang Panjang dan bakteri *Aerobic Oxidizing Bacteria* (AOB) dari Muaro Panjalinan. Kedua bakteri diinokulasikan ke dalam *one stage* FBR dan diatur pada kondisi *dissolved oxygen (DO)* pada angka 2,0 mg/L. Sementara itu, meskipun konsentrasi COD dalam sampel efluen dari *anaerobic digester* limbah tahu masih dalam batas baku mutu yang ditetapkan, tetap dilakukan *monitoring* parameter COD dan rasio COD/N-Amonium untuk mengetahui apabila terdapat gangguan pada proses PN/A yang berasal dari *organic matter*. Hal ini dikarenakan keberadaan *organic matter* yang tinggi dapat menyebabkan interferensi penyisihan pada bakteri AOB dan *Anammox* (Le et al., 2023).

1.2 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.2.1 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mencari tahu efektivitas penyisihan amonium dan fosfat menggunakan kombinasi proses presipitasi *struvite* dan proses PN/A pada skala laboratorium. Selain itu, dilakukan *monitoring* konsentrasi COD untuk mengetahui pengaruh konsentrasi COD dan rasio COD/N-Amonium

terhadap penyisihan amonium. Selanjutnya, penelitian ini juga mengamati jika terdapat interferensi yang mungkin terjadi pada pengolahan yang diusulkan.

1.2.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis efisiensi penyisihan amonium pada proses presipitasi *struvite* menggunakan reaktor kolom dan proses PN/A menggunakan reaktor FBR;
2. Menganalisis efisiensi penyisihan fosfat pada proses presipitasi *struvite* menggunakan reaktor kolom dan proses PN/A menggunakan reaktor FBR;
3. Menganalisis hubungan antara konsentrasi COD dan rasio COD/N-Amonium terhadap penyisihan amonium pada reaktor kolom dan reaktor FBR;
4. Menganalisis interferensi yang mungkin terjadi pada proses presipitasi *struvite* menggunakan reaktor kolom dan proses PN/A menggunakan reaktor FBR.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan inokulum lokal yang diinokulasikan dari Sumatera Barat, sehingga dapat membuktikan keberhasilan eksplorasi mikroba dan keberhasilan penyisihan oleh bakteri yang telah dieksplorasi;
2. Penelitian ini berkontribusi pada inovasi pengolahan limbah industri tahu dan dapat meminimalkan dampak negatifnya pada lingkungan;

1.4 Batasan Masalah

1. Rangkaian reaktor terdiri dari reaktor kolom untuk proses presipitasi *struvite* dan *Fixed Bed Reactor* (FBR) untuk proses PN/A;
2. Influen yang digunakan pada penelitian berupa *adjusting liquid* yang disesuaikan dengan efluen *anaerobic digester* limbah tahu BRIN di Desa Giriharja, Kabupaten Sumedang;
3. Pada proses PN/A digunakan inokulum campuran *Anammox* yang sudah diinokulasikan dan dikultivasi dengan spesies *Candidatus brocadia fulgida* yang berasal dari Talago Koto Baru-Padang Panjang dan inokulum *Ammonium Oxidation Bacteria* (AOB) yang dikultivasi dari Muaro Panjalinan;
4. Pada proses PN/A digunakan media lekat berupa pipet plastik dengan ukuran diameter 8 mm dan panjang 2 cm;

5. Pompa peristaltik digunakan dengan *flowrate* 0,833 mL/menit;
6. Waktu detensi yang digunakan adalah selama 7,5 jam dengan suhu ambien;
7. Metode analisis yang digunakan adalah metode spektrofotometri untuk penentuan parameter amonium (SNI 06-6989.30-2005), nitrit (SNI 06-6989.9-2004), nitrat (APHA, 2017), fosfat (06-6989.31-2005), dan COD (SNI 6989.73:2019).

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini adalah:

BAB I PENDAHULUAN

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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang air limbah artifisial sebagai *liquid adjusting*, nitrogen, fosfat, COD, proses *anammox*, proses PN/A, presipitasi *struvite*, dan penelitian terdahulu.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini menjelaskan tentang lokasi dan waktu penelitian, tahapan penelitian yang terdiri dari pengambilan sampel inokulum, persiapan peralatan, pembuatan substrat, pengoperasian reaktor, metode analisis, serta perhitungan kinerja penyisihan amonium dan fosfat

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini menjelaskan tentang konsentrasi dan penyisihan amonium, nitrit, nitrat, dan fosfor, serta pengaruh konsentrasi COD dan rasio COD/N-Amonium terhadap penyisihan amonium, serta kemungkinan interferensi yang dapat terjadi selama penelitian.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan dan saran berdasarkan penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan.