

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Industri tahu merupakan salah satu sektor industri pangan yang mengolah kedelai menjadi produk makanan yang memiliki kandungan protein tinggi. Proses produksi tahu menghasilkan limbah dalam jumlah besar, yaitu limbah cair dan limbah padat. Limbah cair tahu mengandung bahan organik yaitu protein 40-60%, karbohidrat 25-50%, dan lemak 10% yang dapat menjadi polutan limbah (Marian et al., 2019). Polutan organik, berasal dari limbah cair tahu, yang cukup tinggi dapat menimbulkan bau yang berasal dari gas hidrogen sulfida (H_2S) dan ammonia (NH_3) akibat aktivitas mikroorganisme pembusuk seperti *Escherichia coli* dan *Clostridium sp* (Samsudin et al., 2018). Selain itu, pembusukan anaerobik dari karbohidrat menghasilkan senyawa asam volatil seperti asam asetat, yang memperkuat bau tidak sedap dan membuat lingkungan limbah menjadi asam. pH yang rendah (sekitar 4,6) dalam limbah cair tahu juga menyebabkan kondisi menjadi tidak stabil secara biologis dan cenderung menghambat aktivitas mikroorganisme non-adaptif, sehingga membuat proses degradasi senyawa-senyawa kompleks menjadi lebih sulit (S. Kurniawan et al., 2024). Oleh karena itu, limbah cair tahu perlu diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan dengan aman.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, pengolahan limbah dapat dilakukan sebagai salah satu cara untuk mengurangi dampak pencemaran lingkungan yang ditimbulkan

oleh aktivitas manusia, baik dari sektor domestik maupun industri. Menurut (Crini & Lichtfouse, 2019) pengolahan limbah dapat dilakukan dengan beberapa metode, yaitu metode fisik seperti sedimentasi, metode kimia seperti koagulasi-flokulasi, hingga metode biologis seperti bioremediasi. Bioremediasi merupakan proses penggunaan mikroorganisme seperti bakteri, alga, jamur, dan tanaman untuk mengontrol atau bahkan mereduksi bahan pencemar pada lingkungan (Suryani, 2011). Metode ini telah dilakukan dalam pengolahan limbah organik maupun organik, namun efektivitasnya seringkali terhambat oleh kondisi lingkungan yang ekstrem, seperti salinitas tinggi, pH ekstrem, atau suhu tinggi, yang dapat menurunkan aktivitas mikroorganisme. Oleh karena itu, penggunaan mikroorganisme yang tahan terhadap kondisi ekstrem menjadi penting agar proses degradasi dapat berlangsung lebih optimal. Mikroorganisme Halofilik merupakan salah satu mikroorganisme ekstrimofil yang memiliki kemampuan hidup pada kondisi lingkungan berkadar garam tinggi yaitu 2 % - 30 % NaCl (Setati, 2010). Bakteri Halofilik memiliki enzim hidrolitik, yaitu protease, yang dapat berfungsi secara optimal dalam kondisi kadar garam tinggi. Enzim protease berfungsi dalam mengkatalisis reaksi hidrolisis protein menjadi oligopeptida dan asam-asam aminonya (Budiharjo et al., 2017). Kemampuan bakteri halofilik untuk bertahan pada lingkungan yang ekstrem dapat menjadi potensi dalam bioremediasi karena bakteri halofilik mampu mendegradasi berbagai polutan organik maupun anorganik secara efektif dalam lingkungan dengan salinitas tinggi, seperti limbah industri, perairan tercemar, dan tanah pesisir. Enzim protease yang dimiliki oleh bakteri halofilik

berperan penting dalam menguraikan senyawa kompleks menjadi bentuk yang lebih sederhana sehingga penyebab pencemaran limbah cair tahu pada lingkungan, yaitu protein, dapat dimanfaatkan oleh bakteri halofilik sebagai sumber nutrisi.

Penelitian (Avia Warnares et al., 2022) melaporkan bahwa larutan *Effective Microorganism-4* (EM4), yang mengandung 95% *Lactobacillus sp* dan sisanya merupakan *Rhodopseudomonas sp.*, *Saccharomyces sp*, *Actinomycetes*, dan yeast, melakukan Bioremediasi Limbah Cair Tahu dengan hasil penurunan BOD hingga 98,14%, COD hingga 85,81%, serta meningkatkan pH limbah dari 3,38 menjadi 8,48 yang dimana mendekati standar lingkungan. Penelitian (Ibraheem Kehinde et al., 2022) menunjukan bahwa *Bacillus subtilis* dapat menurunkan kandungan pencemar yang ada dalam limbah cair industri farmasi dengan hasil efisiensi penurunan BOD sebesar 75,5% serta COD sebesar 62,5%. Penelitian (Amin et al., 2022) menyebutkan bahwa *Gordonia terrae* mampu menurunkan kadar polutan organik pada limbah cair yang mengandung senyawa hidrokarbon aromatik polisiklik (PAHs) dengan efisiensi penurunan BOD sebesar 91,6% dan COD sebesar 94,8%. Mikroorganisme yang digunakan dalam penelitian tersebut berasal dari kelompok non-halofilik yang umumnya memiliki keterbatasan dalam menghadapi kondisi lingkungan ekstrem seperti salinitas tinggi.

Beberapa lokasi industri tahu di daerah pesisir Pantai berpotensi menghasilkan limbah cair dengan kadar garam tinggi akibat infiltrasi air laut. Dalam kondisi ini, bioremediasi menggunakan mikroorganisme halofilik menjadi alternatif yang menjanjikan, karena mikroorganisme lain cenderung tidak tahan terhadap salinitas

tinggi. Lingkungan dengan kadar garam tinggi berpotensi menjadi habitat bagi bakteri halofilik, yang mampu bertahan dan berkembang dalam kondisi salinitas tinggi, seperti di tambak garam Madura, Provinsi Jawa Timur. Penelitian (Rohmah, 2019) berhasil mengisolasi bakteri halofilik *Bacillus clausii* J1G-0%B yang merupakan salah satu spesies bakteri halofilik moderat. Menurut penelitian (Febriyanti & Asy'ari, 2024), Bakteri Halofilik *Bacillus clausii* J1G-0%B memiliki enzim protease halostabil yang memiliki tingkat stabilitas tinggi serta diklasifikasikan sebagai metallo protease. Eksplorasi kemampuan *Bacillus clausii* J1G-0%B untuk Bioremediasi Limbah Cair Tahu belum dilakukan. Hal ini menarik untuk dikaji lebih lanjut karena bioremediasi berbasis mikroorganisme merupakan metode yang efektif dalam mengolah limbah cair tahu berdasarkan dari sumber penelitian yang telah dilaporkan.

Pada penelitian ini dilakukan optimasi pH pada pertumbuhan Bakteri Halofilik *Bacillus clausii* J1G-0%B pada Bioremediasi Limbah Cair Tahu serta pengujian perubahan nilai pH, kadar COD, BOD, DO, Protein, dan Amonia sebelum dan setelah dilakukan bioremediasi.

I.2. Tujuan Penelitian

1. Memperoleh pH optimum pertumbuhan Bakteri Halofilik *Bacillus clausii* J1G-0%B pada limbah cair tahu.
2. Memperoleh data kurva pertumbuhan, perubahan kadar protein, serta perubahan pH dengan hasil pH optimum.

3. Memperoleh data parameter amonia, COD, BOD, dan DO sebelum dan setelah dilakukan bioremediasi limbah cair tahu menggunakan Bakteri Halofilik *Bacillus clausii* J1G-0%B pada pH optimum.