

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran badan air di daerah perkotaan salah satunya disebabkan oleh limbah cair industri pengolahan pangan. Salah satu industri di bidang pengolahan pangan yang banyak di Indonesia adalah industri tahu (Kaswinarni, 2007). Produksi industri tahu menghasilkan sekitar 20 juta m³ /tahun limbah cair dan 1.024 juta ton limbah padat (Sintawardani, 2011). Limbah cair industri tahu mengandung bahan organik yang tinggi dikarenakan bahan baku pembuatan tahu merupakan kedelai yang memiliki kandungan protein (34.9%), karbohidrat (34.8%), lemak (18,1%) dan bahan-bahan nutrisi lainnya (Sudaryati, 2007).

Limbah cair industri tahu memiliki kandungan bahan pencemar yang tinggi yaitu dengan konsentrasi BOD, COD dan TSS yang tinggi serta mempunyai pH yang rendah (Budiman & Amirsan, 2015). Berdasarkan hasil uji penelitian pendahuluan di Laboratorium Kesehatan Daerah Kota Surabaya Tahun 2020, limbah cair tahu di pabrik Sumber Makmur Gresik memiliki karakteristik konsentrasi TSS 630 mg/L, COD 3828.81 mg/L, BOD 3482.27 mg/L dan pH 4.44 (Rachmania, 2020). Hasil kandungan dari limbah cair tahu di pabrik Sumber Makmur Gresik melebihi dari baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 (TSS 100 mg/L, COD 300 mg/L, BOD 150 mg/L, pH 6-9). Apabila limbah tahu memiliki konsentrasi tinggi dan melebihi baku

mutu, maka perlu adanya pengolahan limbah cair tahu sebelum dibuang ke badan air (Mulyani, 2007).

Limbah cair tahu jika dibiarkan langsung dibuang ke badan air, maka kelangsungan hidup ekosistem perairan semakin terancam. Beberapa proses yang digunakan untuk mengolah limbah cair tahu agar tidak mencemari lingkungan, antara lain filtrasi, adsorpsi, biofilter, aerasi dan koagulasi-flokulasi (Setiyono, 2018). Limbah cair tahu memiliki kandungan bahan organik yang tinggi sehingga alternatif pengolahan yang sesuai adalah dengan menggunakan sehingga sistem pengolahan limbah secara biologi. Salah satu sistem pengolahan limbah secara biologi yang memanfaatkan tanaman atau mikroorganisme yang dapat berasosiasi untuk mengurangi polutan lingkungan baik pada air, tanah dan udara yang diakibatkan oleh logam atau bahan organik adalah dengan fitoremediasi (Muhsinin, 2019).

Fitoremediasi adalah sebuah teknologi yang menggunakan berbagai tanaman untuk menurunkan, mengekstrak atau menghilangkan kontaminan dari tanah dan air (EPA, 2000). Keuntungan dari fitoremediasi dibandingkan dengan proses lainnya yaitu murah dari segi biaya, pengoperasian dan perawatan lebih mudah, mempunyai efisiensi yang cukup tinggi, serta dapat memberikan keuntungan yang tidak langsung seperti mendukung fungsi ekologis (Sungkowo dkk., 2015). Konsep pengolahan limbah dengan fitoremediasi dapat diterapkan dengan membangun sebuah ekosistem buatan yang berfungsi sebagai pengolahan air limbah, yang dikenal dengan sistem *constructed wetland* (Erlania, 2010). Sistem *constructed wetland* umumnya menggunakan media tanam untuk mendukung perakaran

tumbuhan ataupun menggunakan tumbuhan mengapung dipermukaan air yang berperan penting dalam proses pemulihan kualitas air limbah secara alami (Sitoresmi, 2015).

Berdasarkan jenis vegetasinya, jenis pengolahan *constructed wetland* yang sering digunakan yaitu FTW (*Floating Treatment Wetland*). FTW adalah metode dengan menggunakan tanaman air mengapung yang ditanam dalam suatu media yang mengapung, sehingga akar dapat menggantung bebas didalam air dan perakaran yang rimbun menjadi tempat berkumpulnya mikroorganisme. Tanaman air yang digunakan nantinya dapat menurunkan kadar pencemar secara langsung dan tidak langsung. Proses penurunan bahan pencemar secara langsung yaitu dengan menyerap unsur-unsur pencemar sebagai sumber nutrisi dan secara tidak langsung yaitu dengan menjadi media tumbuh bagi mikroorganisme yang akan menguraikan bahan pencemar serta memasok oksigen untuk proses-proses penguraian yang bersifat anaerobik (Sunanisari dkk., 2008). Oleh karena itu, metode *floating treatment wetland* terbukti mampu mereduksi BOD, nutrisi, dan kandungan solid dalam air limbah serta dapat meremediasi logam berat dan zat organik beracun lainnya (Chua dkk., 2012).

Salah satu tanaman yang dapat digunakan untuk pengolahan limbah menggunakan metode *floating treatment wetland* adalah eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) (Dewi, 2012). Tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) memiliki kecepatan tumbuh yang tinggi sehingga tumbuhan ini dianggap sebagai gulma yang dapat merusak lingkungan perairan. Oleh karena itu pemanfaatan tumbuhan ini akan bermanfaat dan meningkatkan nilai ekonominya (Gunawan, 2007). Eceng

gondok (*Eichhornia crassipes*) mampu tumbuh pada perairan tercemar dan mampu menghasilkan biomassa (Rai & Singh, 2016). Penelitian yang dilakukan Dewi (2012) menyimpulkan bahwa eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) mempunyai kemampuan menyerap unsur hara dari air limbah dalam jumlah besar. Hal ini diperkuat dengan penelitian yang dilakukan Suardana (2009) bahwa perlakuan dengan penutupan 90% menggunakan tanaman eceng gondok menyebabkan penurunan nilai BOD sampai 52% dari nilai awal.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Ningrum dkk. (2020) efisiensi tanaman Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) sebagai fitoremediator dalam pengolahan limbah cair produksi tahu memiliki efisiensi penurunan untuk parameter amonia sebesar 99,27%, nitrit sebesar 72,48%, COD sebesar 63,33% dan BOD sebesar 52,11%. Penelitian yang dilakukan Setyorini (2015) menyatakan bahwa tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dengan menggunakan variasi konsentrasi air limbah kopi mempunyai efisiensi penurunan dalam menurunkan konsentrasi COD, BOD, TSS, dan TDS berturut-turut sebesar 95,45%, 95,61%, 94,04% dan 48,44%. Selain itu, hasil penelitian yang dilakukan oleh Mutmainah dkk. (2019) tanaman eceng gondok mampu menurunkan konsentrasi BOD dan COD pada limbah cair pabrik kelapa sawit dengan penurunan konsentrasi BOD sebesar 97,36% dan konsentrasi COD sebesar 97,50% menggunakan variasi jumlah tanaman 5, 10, 15 individu.

Berdasarkan latar belakang di atas, diperlukan unit pengolahan *constructed wetland* dengan metode *floating treatment wetland* sebagai salah satu unit di IPAL pada industri tahu. Unit tersebut berfungsi untuk menurunkan konsentrasi BOD,

COD, amonia (NH_3) dan nitrat (NO_3^-) pada limbah cair industri tahu. Penelitian ini menggunakan variasi jumlah tanaman untuk menentukan jumlah tanaman yang terbaik dan variasi waktu kontak untuk menentukan waktu kontak yang terbaik dalam menurunkan konsentrasi BOD, COD, amonia (NH_3) dan nitrat (NO_3^-). Variasi waktu kontak tanaman dan jumlah tanaman dengan limbah digunakan karena semakin lama waktu kontak dan semakin banyak jumlah individu tanaman maka kesempatan bagi tanaman uji untuk menyerap unsur-unsur dalam air limbah akan semakin banyak (Ayudyaningtyas, 2013).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Apakah ada beda efisiensi penurunan konsentrasi *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), amonia (NH_3), dan nitrat (NO_3^-) pada variasi jumlah tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) pada limbah cair tahu?
2. Apakah ada beda efisiensi penurunan konsentrasi *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), amonia (NH_3), dan nitrat (NO_3^-) pada variasi waktu kontak tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) pada limbah cair tahu?
3. Kombinasi jumlah dan waktu kontak tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) manakah yang efisien untuk menurunkan *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), amonia (NH_3), dan nitrat (NO_3^-) pada limbah cair tahu?

1.3 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui beda efisiensi penurunan konsentrasi *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD), amonia (NH_3), dan nitrat (NO_3^-) pada variasi jumlah tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) pada limbah cair tahu.
2. Mengetahui beda efisiensi penurunan konsentrasi *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD), amonia (NH_3), dan nitrat (NO_3^-) pada variasi waktu kontak tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) pada limbah cair tahu.
3. Menentukan kombinasi jumlah dan waktu kontak yang efisien pada tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) untuk menurunkan konsentrasi *Biological Oxygen Demand* (BOD) dan *Chemical Oxygen Demand* (COD), amonia (NH_3), dan nitrat (NO_3^-) pada limbah cair tahu.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah

1. Memberikan informasi mengenai teknologi sederhana yang tepat untuk mengolah air limbah tahu secara alamiah sehingga sistem ini juga dapat diaplikasikan sebagai upaya untuk menanggulangi masalah air limbah tahu.
2. Memberikan informasi mengenai manfaat tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) mampu untuk menurunkan konsentrasi BOD, COD, amonia (NH_3) dan nitrat (NO_3^-) pada limbah cair industri tahu.

1.5 Asumsi Penelitian

Tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dapat hidup di perairan yang dangkal dan berair keruh, dengan suhu berkisar antara 28-30 °C dan kondisi pH berkisar 4-12. Tanaman Eceng gondok juga mampu beradaptasi dengan perubahan yang ekstrem dari ketinggian air, arus air, dan perubahan ketersediaan nutrisi, pH, temperatur, dan racun-racun dalam air serta dalam kondisi air yang mengandung nutrisi yang tinggi. Limbah cair tahu juga memiliki kandungan bahan organik seperti protein, karbohidrat dan lemak yang terkandung dalam limbah cair tahu cukup tinggi.

Tanaman eceng gondok mampu dijadikan sebagai fitoremediator pada limbah cair tahu. Limbah cair tahu merupakan limbah organik yang konsentrasi BOD, COD, amonia (NH_3) dan nitrat (NO_3^-) tinggi dan melebihi baku mutu air sungai. Dengan memberi perlakuan jumlah dan waktu kontak tanaman eceng gondok ke limbah cair tahu maka dapat menurunkan konsentrasi BOD, COD, amonia dan nitrat pada limbah cair tahu. Semakin banyak jumlah tanaman dan semakin lama waktu kontak tanaman eceng gondok maka penurunan konsentrasi BOD, COD, amonia dan nitrat pada limbah cair tahu semakin tinggi.

1.6 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini terdiri dari hipotesis kerja dan hipotesis statistik

1.6.1 Hipotesis kerja

Hipotesis kerja dalam penelitian ini adalah:

1. Tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dapat menurunkan konsentrasi BOD, COD, amonia (NH_3) dan nitrat (NO_3^-) pada limbah cair tahu. Semakin meningkat jumlah individu tanaman, maka penurunan konsentrasi BOD, COD, amonia (NH_3) dan nitrat (NO_3^-) semakin meningkat.
2. Lama waktu kontak eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dapat mempengaruhi penurunan konsentrasi BOD, COD, amonia (NH_3) dan nitrat (NO_3^-) pada limbah cair tahu. Semakin lama waktu kontak, maka penurunan konsentrasi BOD, COD, amonia (NH_3) dan nitrat (NO_3^-) semakin meningkat.

1.6.2 Hipotesis statistik

Hipotesis statistik dalam penelitian ini adalah:

1. H_{01} : Tidak ada beda penurunan konsentrasi BOD pada variasi jumlah tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) terhadap konsentrasi BOD pada limbah cair tahu.

 H_{a1} : Ada beda penurunan konsentrasi BOD pada variasi jumlah tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) terhadap konsentrasi BOD pada limbah cair tahu.
2. H_{02} : Tidak ada beda penurunan konsentrasi BOD pada variasi waktu kontak tanaman Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) terhadap konsentrasi BOD pada limbah cair tahu.

 H_{a2} : Ada beda penurunan konsentrasi BOD pada variasi waktu kontak tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) terhadap konsentrasi BOD pada limbah cair tahu.
3. H_{03} : Tidak ada beda penurunan konsentrasi COD pada variasi jumlah tanaman

eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) terhadap konsentrasi COD pada limbah cair tahu.

H_{a3} : Ada beda penurunan konsentrasi COD pada variasi jumlah tanaman tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) terhadap konsentrasi COD pada limbah cair tahu.

4. H₀₄ : Tidak ada beda penurunan konsentrasi COD pada variasi waktu kontak tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) terhadap konsentrasi COD pada limbah cair tahu.

H_{a4} : Ada beda penurunan konsentrasi COD pada variasi waktu kontak tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) terhadap konsentrasi COD pada limbah cair tahu.

5. H₀₅ : Tidak ada beda penurunan konsentrasi amonia (NH₃) pada variasi jumlah tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) terhadap konsentrasi amonia (NH₃) pada limbah cair tahu.

H_{a5} : Ada beda penurunan konsentrasi amonia (NH₃) pada variasi jumlah tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) terhadap konsentrasi amonia (NH₃) pada limbah cair tahu.

6. H₀₆ : Tidak ada beda penurunan konsentrasi amonia (NH₃) pada variasi waktu kontak tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) terhadap konsentrasi amonia (NH₃) pada limbah cair tahu.

H_{a6} : Ada beda penurunan konsentrasi amonia (NH₃) pada variasi waktu kontak tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) terhadap konsentrasi amonia (NH₃) pada limbah cair tahu.

7. H_{07} : Tidak ada beda penurunan konsentrasi nitrat (NO_3^-) pada variasi jumlah tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) terhadap konsentrasi nitrat (NO_3^-) pada limbah cair tahu.
- H_{a7} : Ada beda penurunan konsentrasi nitrat (NO_3^-) pada variasi jumlah tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) terhadap konsentrasi nitrat (NO_3^-) pada limbah cair tahu.
8. H_{08} : Tidak ada beda penurunan konsentrasi nitrat (NO_3^-) pada variasi waktu kontak tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) terhadap konsentrasi nitrat (NO_3^-) pada limbah cair tahu.
- H_{a8} : Ada beda penurunan konsentrasi nitrat (NO_3^-) pada variasi waktu kontak tanaman eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) terhadap konsentrasi nitrat (NO_3^-) pada limbah cair tahu.

1.7 Ruang Lingkup

Limbah cair yang digunakan pada penelitian ini yaitu limbah cair tahu yang diambil dari pabrik Sumber Makmur Gresik.