

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proses produksi di industri rokok melibatkan berbagai tahapan pengolahan bahan baku yang dapat menghasilkan limbah cair. Limbah cair tersebut berpotensi mengandung senyawa organik dalam konsentrasi tinggi yang berasal dari sisa bahan baku, proses pencucian, serta aktivitas produksi lainnya. Akan tetapi, proses produksinya menghasilkan limbah cair yang mengandung polutan organik seperti BOD, COD, dan fenol. Limbah cair rokok juga memiliki ketidakseimbangan pH yang berpotensi membahayakan lingkungan (Tuffahati & Novembrianto, 2024). Tingginya kandungan organik tersebut menunjukkan besarnya kebutuhan oksigen untuk proses oksidasi senyawa polutan pencemar di perairan, sehingga apabila limbah dibuang tanpa pengolahan yang memadai dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*) di badan air penerima. Kondisi ini berpotensi mengganggu keseimbangan ekosistem perairan serta menurunkan kualitas lingkungan secara keseluruhan. Selain COD, parameter *Total Suspended Solid* (TSS) juga perlu diperhatikan dalam limbah cair industri rokok karena keberadaan padatan tersuspensi dapat meningkatkan kekeruhan dan membentuk endapan di badan air. Pada proses elektro-fenton, penurunan TSS dapat terjadi melalui pembentukan flok hidroksida besi yang mampu mengadsorpsi, mengikat, dan mengendapkan partikel tersuspensi (Lin dkk., 2022; Tegladza dkk., 2021). Oleh karena itu, TSS digunakan sebagai salah satu parameter untuk mengevaluasi kinerja proses elektro-Fenton.

Salah satu cara untuk menanggulangi permasalahan tersebut dengan menggunakan teknologi *Advanced Oxidation Process* (AOPs). Metode ini memiliki beberapa keuntungan seperti tidak membutuhkan lahan yang luas, mampu menguraikan segala jenis senyawa organik, dan menguraikan zat warna (Nabila & Yuniarto, 2024). Proses oksidasi tingkat lanjut adalah proses yang mencakup pembentukan radikal yang sangat reaktif secara in-situ untuk mendegradasi oksidatif polutan organik. Secara umum, proses elektro-fenton merupakan proses

reagen fenton antara (Fe^{2+}) bereaksi dengan hidrogen peroksida (H_2O_2) menjadi hidroksil radikal ($\bullet\text{OH}$). Untuk pengaplikasian elektro-fenton, ada dua cara yang berbeda. Pertama, dengan sistem elektro-fenton di mana reagen fenton (Fe^{2+} dan H_2O_2) ditambahkan ke reaktor dari luar, dan digunakan elektroda inert yang memiliki kapasitas katalitik yang tinggi. Kedua, dengan sistem elektro-fenton di mana H_2O_2 ditambahkan dari luar, dan Fe^{2+} disediakan dengan menggunakan plat anoda besi (Ramadeandra & Rosariawari, 2025)

Penelitian terdahulu telah membuktikan bahwa efektivitas penurunan kadar COD menggunakan proses elektro-fenton. Sebuah studi yang telah dilakukan oleh (Priyadi & Ratni, 2019) menunjukkan bahwa hasil terbaik untuk penurunan kadar COD sebesar 92.9% dengan tegangan listrik sebesar 6 volt dan jarak elektroda 2 cm. Namun, studi ini tidak membahas tentang pengaruh kadar oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*) dalam efektivitas penurunan kadar COD. Adapula penelitian yang dilakukan oleh (Yin dkk., 2025). Salah satu sub-bab juga menjelaskan pengaruh kadar oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*) merupakan faktor kritis dalam pembentukan H_2O_2 melalui *Oxygen Reduction Reaction* (ORR) dan dilanjut untuk produksi $\bullet\text{OH}$. Berdasarkan studi tersebut, Penulis belum menemukan penelitian yang membahas tentang pengaruh kadar oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*) pada sistem elektro-fenton.

Setelah melakukan riset dan studi yang telah dilakukan. Penulis ingin melakukan penelitian pengaruh kadar oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*) dalam efisiensi penurunan kadar COD dan TSS pada limbah cair rokok. Untuk peningkatan kadar oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*) sendiri diberi perlakuan awal melalui proses aerasi sebelum memasuki sistem elektro-fenton. Penelitian ini akan membandingkan peningkatan oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen/DO*) dan menganalisis DO hasil aerasi yang optimal untuk efisiensi penurunan COD dan TSS.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh variasi waktu aerasi sebagai pre-treatment dalam penurunan COD dan TSS pada proses elektro-fenton?
2. Bagaimana pengaruh variasi kuat arus dan lama kontak terhadap efisiensi penurunan COD dan TSS pada pengolahan limbah cair rokok melalui proses elektro-fenton?
3. Bagaimana kondisi operasional optimum berdasarkan metode Taguchi yang menghasilkan kadar DO dan efisiensi penurunan COD dan TSS terbaik pada pengolahan limbah cair rokok menggunakan proses elektro-fenton?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Menganalisis pengaruh variasi waktu aerasi sebagai pre-treatment terhadap peningkatan kadar Dissolved Oxygen (DO) serta efisiensi penurunan COD dan TSS pada proses elektro-fenton.
2. Menganalisis pengaruh variasi kuat arus dan lama kontak terhadap efisiensi penurunan COD dan TSS pada pengolahan limbah cair rokok melalui proses elektro-fenton.
3. Menentukan kondisi operasi optimum dengan metode taguchi untuk memperoleh efisiensi penurunan COD dan TSS tertinggi pada limbah cair rokok.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Bagi ilmu pengetahuan, dapat memperkaya kajian ilmiah di bidang Teknik Lingkungan, khususnya dalam pengembangan dan penerapan proses *Advanced Oxidation Processes* (AOPs), terutama metode Elektro-Fenton, pada pengolahan limbah cair industri rokok. Selain itu, penelitian ini memberikan kontribusi dalam memahami peran *dissolved oxygen* (DO) sebagai salah satu faktor yang mempengaruhi pembentukan oksidator dalam sistem elektro-fenton serta kaitannya dengan efisiensi penurunan COD dan TSS.

2. Bagi pengembangan teknologi, dapat menjadi dasar dalam pengembangan teknologi pengolahan limbah cair berbasis elektrokimia yang lebih inovatif. Dengan memahami pengaruh aerasi terhadap sistem elektro-fenton, penelitian ini berpotensi mendorong pengembangan desain reaktor atau sistem operasional yang mampu meningkatkan pembentukan oksidator dan memperbaiki performa degradasi polutan organik.
3. Bagi masyarakat, dapat memberikan manfaat bagi masyarakat melalui peningkatan kualitas pengolahan limbah cair industri rokok sebelum dibuang ke lingkungan. Dengan meningkatnya efisiensi penurunan COD melalui optimalisasi proses elektro-fenton dan penerapan aerasi, beban pencemar organik yang masuk ke badan air dapat diminimalkan. Hal ini berkontribusi terhadap penurunan risiko pencemaran air yang dapat berdampak pada kesehatan masyarakat, terutama bagi masyarakat yang memanfaatkan sumber air permukaan untuk kebutuhan sehari-hari.

1.5 Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pada penelitian ini meliputi:

1. Metode pengolahan yang diterapkan adalah proses elektro-fenton skala laboratorium.
2. Limbah yang digunakan adalah limbah cair industri rokok.
3. Parameter yang diuji adalah *Dissolved Oxygen* (DO) selama proses, COD (*Chemical Oxygen Demand*) untuk menentukan efisiensi *removal* penurunan beban organik, dan *Total Suspended Solid* (TSS) untuk menentukan efisiensi penurunan padatan tersuspensi.