

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air merupakan sumber daya vital yang harus memenuhi standar kualitas, terutama dalam aspek biologis karena air menjadi salah satu sumber utama yang digunakan masyarakat untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari seperti mandi, mencuci, dan bahkan untuk konsumsi rumah tangga (Asrori, 2021). Namun, kualitas air tanah sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan di sekitarnya, terutama di daerah dengan kepadatan penduduk tinggi dan sistem sanitasi yang kurang memadai (Jauharoh et al., 2025). Salah satu parameter utama kualitas air adalah tingkat kontaminasi mikroorganisme patogen, seperti *Escherichia coli* (Mercimek Takci et al., 2024). Bakteri *E. coli* sering digunakan sebagai indikator biologis untuk menilai kualitas air karena keberadaannya menandakan adanya pencemaran yang dapat membawa berbagai patogen berbahaya lainnya (Sitorus et al., 2024). Menurut WHO, batas aman *Escherichia Coli* dalam air minum adalah 0 CFU/100 mL. Namun, di banyak wilayah, terutama di negara berkembang, masih ditemukan kadar *Escherichia Coli* yang jauh di atas ambang batas tersebut. Hal ini menunjukkan perlunya metode efektif dan efisien dalam menurunkan konsentrasi bakteri tersebut dari air, tanpa menimbulkan residu berbahaya bagi lingkungan (Al-Jaryan et al., 2021).

Salah satu wilayah yang menghadapi permasalahan tersebut adalah Surabaya Utara, di mana sebagian besar masyarakat masih bergantung pada sumur gali atau sumur pompa sebagai sumber air umum (Rumpuin, 2021). Berdasarkan studi kualitas air di Surabaya oleh Nengse et al (2025), ditemukan bahwa rata - rata sampel air tanah di wilayah Surabaya mengandung bakteri *Escherichia Coli*. Kondisi ini umumnya disebabkan oleh kedekatan lokasi air tanah dengan toilet atau *septic tank*, serta sistem pembuangan limbah domestik yang tidak kedap atau tidak memenuhi standar jarak aman antara sumur dan sumber pencemar (Mahendra, 2023). Pada kawasan padat penduduk seperti di Surabaya Utara, toilet bersama (komunal) sering dibangun berdekatan dengan

sumur umum untuk efisiensi lahan. Namun, kondisi tersebut justru meningkatkan risiko perembesan limbah kakus ke dalam akuifer dangkal, terutama pada daerah dengan struktur tanah berpasir atau berpori besar yang memudahkan infiltrasi (Dotulung et al., 2025).

Metode konvensional seperti klorinasi, ozonisasi, dan filtrasi sering digunakan dalam proses desinfeksi air (Hossen et al., 2023) Namun, beberapa di antaranya memiliki kekurangan, seperti pembentukan produk samping berbahaya (seperti *trihalomethane* dari klorinasi) serta biaya operasional yang tinggi (Hamonangan et al., 2022). Fotokatalisis muncul sebagai alternatif yang menjanjikan karena bersifat ramah lingkungan, efisien, dan dapat meminimalisir residu kimia (Saravanan et al., 2021). Proses fotokatalisis umumnya menggunakan sinar UV dan katalis semikonduktor seperti TiO_2 yang, saat diaktivasi, mampu menghasilkan radikal hidroksil ($\bullet\text{OH}$) dan spesies oksidatif lain yang sangat reaktif terhadap dinding sel bakteri (Atacan et al., 2022). Proses ini mampu menurunkan konsentrasi *Escherichia Coli* secara signifikan dengan rata-rata mencapai efisiensi penurunan lebih dari 80% dalam waktu 30–60 menit (Hernandez-Arias et al., 2019).

Salah satu faktor yang mempengaruhi efisiensi proses fotokatalisis adalah pengaruh oksigen terlarut dalam aliran. Aliran tanpa aerator memiliki profil kecepatan yang lebih stabil namun terbatas dalam pencampuran massa, sedangkan aliran dengan aerator meningkatkan efisiensi pencampuran sehingga memungkinkan kontak lebih intensif antara bakteri, katalis, dan radikal bebas (Artichowicz et al., 2020). Penelitian oleh Dahl et al. (2021) membahas pengaruh distribusi oksigen terlarut, pencampuran, atau penyebaran zat desinfektan. Studi lain oleh Jian Ye et al. (2024) juga menemukan bahwa oksigen terlarut meningkatkan transfer massa antara bakteri dan permukaan fotokatalis. Namun data yang membandingkan langsung kondisi dengan dan tanpa aerator dalam menurunkan jumlah *Escherichia Coli* masih sangat jarang. Temuan ini menunjukkan bahwa variasi aliran dalam sistem fotokatalisis memainkan peran penting dalam efektivitas proses.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian mengenai pengaruh oksigen terlariut dalam sistem fotokatalitik terhadap penurunan *Escherichia Coli* menjadi sangat relevan untuk dilakukan. Urgensi penelitian adalah kebutuhan untuk memahami mekanisme bagaimana karakteristik aliran mempengaruhi efektivitas desinfeksi bakteri. Kehadiran aerator berperan penting dalam meningkatkan ketersediaan oksigen terlarut yang akan menyebabkan stress oksidatif pada bakteri. Dengan demikian, penelitian ini diharapkan dapat mengisi celah pengetahuan mengenai keterkaitan antara karakteristik aliran, ketersediaan oksigen terlarut, serta efisiensi fotokatalisis.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh waktu penyinaran (HRT) terhadap penurunan Bakteri *Escherichia Coli* pada reaktor tanpa aerator dan reaktor dengan aerator dalam proses Fotokatalis?
2. Bagaimana pengaruh ketersediaan *Dissolve Oxygen* (DO) pada sistem fotokatalisis dalam penurunan bakteri *Escherichia Coli* pada reaktor tanpa aerator dan reaktor dengan aerator dalam proses fotokatalisis?
3. Bagaimana persentase efektivitas dalam penurunan bakteri *Escherichia Coli* pada reaktor tanpa aerator dan reaktor dengan aerator dalam proses Fotokatalis?

1.3 Maksud dan Tujuan

Adapun maksud dan tujuan penelitian yang dilakukan yaitu sebagai berikut :

1. Menganalisa pengaruh waktu penyinaran terhadap efisiensi penurunan Bakteri *Escherichia Coli* pada reaktor tanpa aerator dan reaktor dengan aerator dalam proses Fotokatalis.
2. Menganalisa pengaruh ketersediaan *Dissolve Oxygen* (DO) pada sistem fotokatalitik dalam penurunan bakteri *Escherichia Coli* pada reaktor tanpa aerator dan reaktor dengan aerator dalam proses Fotokatalis.

3. Menganalisa persentase efektivitas proses fotokatalisis dalam penurunan bakteri *Escherichia Coli* pada reaktor tanpa aerator dan reaktor dengan aerator dalam proses Fotokatalis.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang dilakukan yaitu sebagai berikut:

1. Menjadi alternatif teknologi pengolahan air bersih dan air limbah Dapat digunakan untuk mengurangi kontaminasi mikrobiologi, khususnya *Escherichia Coli* yang menjadi indikator utama kualitas air.
2. Pengembangan metode desinfeksi ramah lingkungan dan pengembangan metode baru dalam *Advanced Oxidation Process*.
3. Memberikan pengetahuan baru tentang interaksi oksigen terlarut dalam mempengaruhi kondisi aliran untuk proses penurunan *Escherichia Coli*.
4. Membantu dalam mencapai SDG'S yaitu SDG'S 6: Air Bersih dan Sanitasi Layak serta SDG'S 12: Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup penelitian ini yaitu sebagai berikut :

1. Air sampel yang digunakan adalah air tanah yang berasal dari kawasan padat penduduk di Surabaya Utara.
2. Parameter pencemar yang digunakan yaitu parameter biologis yaitu bakteri *Escherichia Coli*.
3. Jenis perlakuan yang akan dilakukan yaitu *Fixed Bed Photocatalytic* Reaktor adalah Fotolisis (Kontrol), Fotokatalis dengan sistem dengan aerator dan tanpa aerator dengan variasi waktu kontak 10, 15, 20, 25 dan 30 menit.
4. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Riset Teknik Lingkungan dan Laboratorium Kimia Air Fakultas Teknik dan Sains UPN "Veteran" Jawa Timur.
5. Baku mutu air tanah yang digunakan mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023.