

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemenuhan kebutuhan air bersih di wilayah lahan basah Indonesia masih menghadapi tantangan yang cukup serius, terutama akibat keterbatasan kualitas sumber air baku yang tersedia. Salah satu sumber air yang banyak dijumpai di kawasan tersebut adalah air gambut, yang hingga saat ini belum dapat dimanfaatkan secara optimal sebagai sumber air bersih. Air gambut merupakan tipe air permukaan yang memiliki intensitas warna sangat pekat (mencapai ratusan unit Pt-Co) akibat tingginya konsentrasi zat organik alami atau *Natural Organic Matter* (NOM) dalam bentuk asam humat dan fulvat (Spellman, 2020). Selain menurunkan kualitas estetika air, keberadaan NOM juga menjadi perhatian utama karena berpotensi membentuk senyawa sampingan disinfeksi (*Disinfection By-Products*), seperti trihalometana yang bersifat karsinogenik, apabila air langsung diproses menggunakan klorin tanpa proses penyisihan bahan organik yang efektif (Howe dkk., 2019). Permasalahan ini diperparah oleh karakteristik air gambut yang umumnya memiliki pH rendah, yaitu berkisar antara 3–5, serta alkalinitas yang minim, sehingga kapasitas penyangga (*buffering capacity*) air terhadap penambahan bahan kimia menjadi sangat terbatas (Mahan, 2021).

Dalam praktik pengolahan air bersih secara konvensional, proses koagulasi–flokulasi merupakan tahapan penting yang berfungsi untuk menurunkan kandungan partikel koloid dan zat organik terlarut. Proses ini umumnya dilakukan menggunakan sistem pengadukan mekanis yang digerakkan oleh motor listrik. Namun, penerapan pengadukan mekanis pada pengolahan air gambut memiliki sejumlah keterbatasan, terutama tingginya kebutuhan energi serta kerentanan komponen mekanik terhadap korosi akibat sifat air gambut yang asam dan agresif (Davis, 2019). Kondisi tersebut mendorong perlunya pengembangan alternatif sistem pengadukan yang lebih sederhana, efisien, dan adaptif terhadap karakteristik air gambut. Salah satu pendekatan yang mulai dikembangkan adalah sistem

pengadukan pneumatis menggunakan udara bertekanan, yang tidak memiliki bagian bergerak di dalam reaktor sehingga berpotensi menurunkan kebutuhan perawatan. Selain berfungsi sebagai media pencampur, aliran udara dalam sistem ini juga memberikan efek aerasi yang dapat meningkatkan kadar oksigen terlarut di dalam air (Metcalf & Eddy dkk., 2022).

Efektivitas pengolahan air pada reaktor pneumatis sangat dipengaruhi oleh pola hidrodinamika yang terbentuk akibat interaksi antara gelembung udara dan fase cair. Dalam sistem ini, karakteristik pengadukan tidak hanya ditentukan oleh besarnya aliran udara, tetapi juga oleh jenis *sparger* sebagai unit penyebar udara di dalam reaktor. Penggunaan jenis *sparger* yang berbeda, seperti batu aerasi yang menghasilkan gelembung halus (*fine bubbles*) atau pipa berlubang yang menghasilkan gelembung kasar (*coarse bubbles*), akan menghasilkan karakteristik aliran, luas permukaan kontak, serta gaya angkat (*buoyancy*) yang berbeda (Hendricks, 2018). Selain itu, pengaturan laju aliran udara perlu dilakukan secara tepat, karena energi pengadukan yang terlalu rendah dapat menyebabkan pencampuran koagulan tidak merata, sedangkan energi yang terlalu tinggi berpotensi menimbulkan gaya geser (*shear force*) berlebih yang dapat merusak flok yang telah terbentuk (Bratby, 2016).

Hingga saat ini, kajian mengenai optimasi sistem pengadukan pneumatis, khususnya untuk pengolahan air gambut yang memiliki kestabilan koloid tinggi, masih relatif terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh jenis *sparger* dan variasi laju aliran udara terhadap efisiensi penyisihan parameter kualitas air gambut, seperti warna, kekeruhan, dan zat organik. Melalui penelitian ini, diharapkan dapat diperoleh konfigurasi operasional reaktor pneumatis yang paling efektif dan aplikatif, sehingga pengolahan air gambut dapat dilakukan secara lebih efisien dengan biaya operasional yang lebih kompetitif.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh variasi debit udara pada proses koagulasi dan flokulasi terhadap kualitas hasil pengolahan air gambut menggunakan sistem koagulasi-flokulasi pneumatis?

2. Bagaimana pengaruh variasi jenis sparger pada proses koagulasi dan flokulasi terhadap kualitas hasil pengolahan air gambut menggunakan sistem koagulasi-flokulasi pneumatis?
3. Bagaimana konfigurasi optimum kombinasi jenis sparger dan debit udara pada proses koagulasi-flokulasi pneumatis untuk menghasilkan kualitas air olahan yang terbaik?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan pada penelitian ini adalah :

1. Menganalisis pengaruh variasi jenis sparger terhadap masing-masing parameter kualitas air hasil pengolahan.
2. Menganalisis pengaruh variasi debit udara terhadap masing-masing parameter kualitas air hasil pengolahan.
3. Menentukan konfigurasi optimum sparger dan debit udara berdasarkan performa keseluruhan kualitas air hasil pengolahan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat pada penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini diharapkan dapat menambah referensi ilmiah mengenai penerapan sistem koagulasi-flokulasi pneumatis dalam pengolahan air gambut, khususnya terkait pengaruh variasi jenis sparger dan debit udara terhadap kualitas hasil pengolahan air.
2. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pengaruh variasi jenis sparger dan debit udara pada proses koagulasi-flokulasi pneumatis serta membantu dalam menentukan konfigurasi operasi yang optimal untuk meningkatkan kualitas air hasil pengolahan.
3. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif dalam pengembangan sistem pengolahan air gambut berbasis koagulasi-flokulasi pneumatis yang lebih sederhana, mudah dioperasikan, dan memiliki kebutuhan komponen mekanis bergerak yang lebih sedikit.

1.5 Lingkup Penelitian

Lingkup Penelitian ini adalah :

1. Penelitian ini menggunakan air gambut sebagai air baku dan difokuskan pada proses koagulasi-flokulasi dengan sistem pengadukan pneumatis dalam reaktor silinder vertikal.
2. Variabel bebas yang diteliti meliputi variasi laju alir udara dan jenis sparger, sedangkan dosis koagulan dan kapur ditetapkan sebagai variabel tetap berdasarkan uji pendahuluan.
3. Parameter yang dianalisis meliputi pH, warna, TDS, COD, dan UV254, serta penelitian ini tidak mencakup tahap filtrasi lanjutan maupun disinfeksi.
4. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, menggunakan reaktor skala laboratorium dengan volume kerja tertentu dan kondisi operasional terkontrol.