

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Untuk memenuhi kebutuhan air, masyarakat di Indonesia menggunakan air tanah dan air permukaan seperti air sumur, air sungai, air dari Perusahaan Air Minum (PAM) dan juga air gambut (Adnan *et al.*, 2022). Sumber air bersih saat ini sudah mulai sulit didapatkan, sedangkan populasi dari manusia semakin bertambah sehingga kebutuhan akan air bersih terus meningkat (Naswir *et al.*, 2023). Saat ini, terdapat sebelas Instalasi Pengolahan Air Minum (IPA) PDAM yang berada di Provinsi Jambi. Instalasi pengolahan air ini tidak mampu memenuhi kebutuhan masyarakat Provinsi Jambi yang mencapai ratusan juta meter kubik setiap harinya (Badan Pusat Statistik Provinsi, 2020).

Salah satu sumber daya air yang ada di Jambi adalah air gambut, dimana Indonesia sendiri memiliki lahan gambut terluas di antara negara-negara tropis, yakni sekitar 21 juta ha, yang tersebar terutama di Sumatera, Kalimantan, dan Papua (Juhra & Notodarmodjo, 2016). Luas lahan gambut Provinsi Jambi adalah yang ketiga terluas di pulau Sumatera. Luasnya mencapai 736.227,20 ha, atau sekitar 14% dari total luas dari Provinsi Jambi yang tersebar di enam kabupaten yaitu Kabupaten Tanjung Jabung Timur seluas 311.992,10 ha, Kabupaten Muaro Jambi seluas 229.703,90 ha, Kabupaten Tanjung Jabung Barat seluas 154.598 ha, Kabupaten Sarolangun seluas 33.294,20 ha, Kabupaten Merangin seluas 5.809,80 ha, dan Kabupaten Tebo seluas 829,20 ha (Siti Nurjanah, 2013). Luas lahan gambut yang signifikan ini memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan hidrologis dan menyediakan sumber daya air untuk ekosistem setempat.

Lahan gambut terbentuk dari akumulasi sisa-sisa tanaman yang telah mati, baik yang sudah terdekomposisi maupun yang belum. Proses pembusukan ini terhambat oleh kondisi anaerobik dan faktor lingkungan lainnya, sehingga stok bahan organik terus bertambah. Di daerah lahan gambut atau dataran rendah, terdapat air gambut yang merupakan air permukaan. Air ini mengandung senyawa organik terlarut yang memberikan warna coklat dan sifat asam, sehingga memerlukan pengolahan khusus sebelum dapat dikonsumsi (Bella *et al.*, 2022).

Air gambut di Provinsi Jambi memiliki karakteristik yang berbeda dengan air gambut di wilayah lain, seperti Kalimantan atau Sumatera. Perbedaan ini terutama dipengaruhi oleh faktor lingkungan, aktivitas manusia, serta sifat tanah gambut lokal. Di Provinsi Jambi, kualitas air gambut cenderung lebih buruk

karena parameter fisika dan kimianya menunjukkan nilai yang tinggi. Air gambut tersebut berwarna cokelat kehitaman hingga hitam pekat, memiliki tingkat keasaman (pH) yang sangat rendah (3,34–5,20), serta mengandung konsentrasi logam berat seperti besi (Fe) dan mangan (Mn) yang tinggi (Said *et al.*, 2019). Selain itu, parameter seperti warna 124-850 mg/L PtCo, bahan organik 138-1560 mg/L, 1,623 mg/L Fe dan 20,67 mg/L Cu, *Total Suspended Solid* (TSS), *Total Dissolved Solid* (TDS), *Biological Oxygen Demand* (BOD), dan *Chemical Oxygen Demand* (COD) juga menunjukkan nilai yang tinggi (Naswir *et al.*, 2015). Akibatnya, air gambut ini tidak layak digunakan untuk kebutuhan sehari-hari tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu.

Air gambut dapat digunakan sebagai air minum atau air baku industri jika diolah untuk menghilangkan asam humat (Gusfiyeni *et al.*, 2014). Asam humat, dapat menimbulkan efek samping berbahaya jika tertelan oleh manusia. Senyawa asam humat mempunyai kemampuan mengikat ion logam sehingga dapat menimbulkan rasa besi yang tidak enak, terutama jika tertelan dalam air dengan pH rendah. Selain itu, asam humat memiliki sifat sulit terurai secara alami. Asam humat dapat bereaksi dengan spesi klor (OCl^-/HOCl), yang banyak ditemukan dalam desinfektan, dan menghasilkan *Trihalometana* (THM). *Trihalomethana* dapat menyebabkan kanker dan keracunan jika tertelan oleh manusia, sehingga diperlukan proses untuk memecah asam humat tersebut (Dziedzic *et al.*, 2010).

Beberapa metode umum yang digunakan untuk mengurangi asam humat dalam air gambut agar menjadi air yang layak digunakan meliputi sedimentasi dan koagulasi. Namun, metode ini tidak terlalu efisien karena tidak semua partikel tersuspensi dapat mengendap selama sedimentasi (Cancino-madariaga & Aguirre, 2011). Contoh koagulan sintetik dalam koagulasi adalah *Poly aluminium klorida* (PAC) dan *aluminium sulfat* (tawas). Meskipun penggunaan tawas dalam air limbah tersebar luas, namun kekeruhan setelah proses koagulasi masih tinggi dibandingkan ambang batas yang ditetapkan (Iryani *et al.*, 2017). Sebab metode konvensional tidak terlalu efektif, alternatif lain yang digunakan adalah dengan menerapkan metode *Advanced Oxidation Processes* (AOP).

Dalam pengolahan air metode AOP yang umum digunakan adalah oksidasi fenton, ozonasi dan fotokatalisis (Brienza, 2017). Fotokatalisis adalah proses yang menggabungkan proses katalitik dan fotokimia. Fotokimia adalah proses sintesis kimia yang memanfaatkan cahaya sebagai penggerak reaksi (Utami *et al.*, 2019). Di sisi lain, katalis adalah zat yang memiliki kemampuan

untuk meningkatkan laju reaksi tanpa ikut serta dalam reaksi itu sendiri. Seperti kebanyakan logam transisi, bahan yang memiliki celah pita energi dapat digunakan sebagai fotokatalis. Ketika terkena cahaya, elektron dapat dieksitasi dari pita valensi ke pita konduksi karena energi cahaya sama dengan atau lebih besar dari celah pita material (Ayunda *et al.*, 2022).

Fotokatalisis adalah proses yang menggabungkan proses kimia dengan katalis, menggunakan cahaya sebagai pemicu dan katalis untuk mempercepat proses konversi. Bahan yang biasa digunakan dalam proses fotokatalitik ini adalah semikonduktor seperti TiO_2 , ZnO , CdS , WO_3 , dan Fe_2O_3 (Brienza & Katsoyiannis, 2017). Salah satu bahan semikonduktor yang paling banyak digunakan adalah TiO_2 karena tidak beracun, stabil, tidak korosif, tidak larut dalam air dan ramah lingkungan. Namun TiO_2 memiliki nilai energi *band gap* yang relatif tinggi, yaitu sekitar 3,2 eV – 3,9 eV (Nurillahi *et al.*, 2020).

Band gap yang tinggi tersebut dapat membuat TiO_2 hanya mampu bekerja pada rentang sinar UV. TiO_2 memiliki *band gap* energi yang cukup lebar, sehingga hanya sekitar 5% dari sinar ultraviolet (UV) yang dapat digunakan. Selain itu, TiO_2 rentan mengalami rekombinasi sehingga kemampuan penyerapan cahayanya pada fotokatalis tidak optimal. Untuk itu perlu dilakukan usaha untuk menggeser penyerapan cahaya dari UV ke daerah sinar tampak (Qing, 2010). Salah satu cara untuk mengurangi celah pita energi TiO_2 dan meningkatkan serapan optiknya adalah dengan menggabungkannya dengan material tertentu (Indriani *et al.*, 2018). Untuk memaksimalkan penggunaan sinar UV, perlu diturunkan *band gap* energi dari TiO_2 dan ditingkatkan penyerapan cahaya. Salah satu cara untuk melakukan ini adalah dengan menambah unsur lain, yang disebut *doping*.

Doping merupakan teknik yang diterapkan untuk memodifikasi sifat-sifat suatu bahan. Metode ini biasanya dilakukan dengan menambahkan unsur logam guna mengurangi kesenjangan energi, sehingga meningkatkan performa material tersebut dalam berbagai aplikasi. (Widaryanti, 2013). *Doping* merupakan proses memasukkan atom lain untuk memperbaiki sifat suatu bahan untuk tujuan tertentu. Namun penambahan unsur logam ini dapat menimbulkan risiko serius, karena unsur tersebut rentan terhadap korosi dan dapat mengandung zat beracun. Jika unsur logam ini diproduksi dalam jangka waktu yang lama, hal ini dapat berpotensi menyebabkan masalah kesehatan yang serius bagi individu yang terpapar. Untuk itu, *doping* yang ramah lingkungan seperti nitrogen diperlukan karena ukurannya yang hampir sama dengan oksigen dan energi

ionisasinya yang rendah, nitrogen juga memiliki kemampuan untuk menurunkan *band gap* energi titanium dioksida (Indriani *et al.*, 2018).

Sintesis fotokatalis TiO₂ dengan *doping* nitrogen dilakukan dengan metode Sol-Gel, metode sol-gel ini merupakan metode yang paling umum digunakan para peneliti untuk mensintesis fotokatalis TiO₂. Sebab, metode ini mempunyai banyak kelebihan, antara lain penggunaan peralatan sederhana dan murah serta kemampuan mengontrol struktur mikro dan berat jenis lapisan titanium dioksida (Xu *et al.*, 2011). Namun, penerapan metode sol-gel sering kali melibatkan penggunaan pelarut organik serta bahan kimia tambahan lainnya yang tidak hanya mahal, tetapi juga berpotensi membahayakan lingkungan. Untuk mengatasi kelemahan ini, larutan Asam Perokso Titanat (APT) dengan tingkat viskositas yang bervariasi dapat dimanfaatkan dalam proses pembuatan TiO₂ yang *di-doping* dengan nitrogen. Pendekatan ini tidak hanya lebih ramah lingkungan, tetapi juga dapat meningkatkan efisiensi dan kualitas lapisan yang dihasilkan (Fajariah *et al.*, 2022).

1.2 Identifikasi dan Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang serta identifikasi di atas, rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana cara mensintesis fotokatalis TiO₂ dengan *doping* nitrogen melalui metode sol-gel?
2. Bagaimana karakteristik struktural dari fotokatalis N-TiO₂ setelah melalui metode sol-gel?
3. Bagaimana tingkat aktivitas fotokatalitis N-TiO₂ terhadap konsentrasi asam humat dengan variasi waktu kontak dan intensitas sinar?
4. Bagaimana efektifitas pengolahan air gambut menggunakan fotokatalis N-TiO₂

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mensintesis fotokatalis TiO₂ dengan *doping* nitrogen melalui metode sol-gel.
2. Menganalisis karakter struktur dan sifat optik fotokatalis N-TiO₂ setelah melalui metode sol-gel.
3. Menganalisis aktivitas fotokatalitis N-TiO₂ hasil sintesis terhadap asam humat dengan variasi waktu kontak dan intensitas sinar.

4. Mengetahui efektifitas pengolahan air gambut menggunakan fotokatalis N-TiO₂

1.4 Manfaat penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Memberikan informasi tentang aktivitas fotokatalis N-TiO₂ terhadap fotodegradasi Asam Humat.
2. Dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian lanjutan yang berkaitan dengan sintesis dan karakterisasi N-TiO₂ saat menggunakan fotokatalis untuk mendegradasi asam humat.
3. Berkontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada material fotokatalitik yang perlu diterapkan dalam bidang lingkungan hidup dan energi terbarukan.