

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Titanium dioksida (TiO_2) merupakan material semikonduktor yang banyak diaplikasikan sebagai fotokatalis, namun memiliki nilai energi celah pita yang besar sekitar 3,2 eV anatase. Nilai energi celah pita yang besar menyebabkan aktivitas fotokatalitiknya hanya berada pada daerah sinar *ultraviolet* (UV) sehingga perlu dilakukan modifikasi. Modifikasi struktur permukaan TiO_2 dapat dilakukan dengan doping menggunakan kation logam seperti bismut (Bi^{3+}) untuk memperluas aktivitas fotokatalitiknya ke daerah sinar tampak (Scarpelli *et al.*, 2018). Doping menggunakan bismut dapat memperlambat proses rekombinasi pasangan *electron-hole* yang mengalami eksitasi selama fotoreaksi, sehingga terjadi peningkatan efisiensi fotokatalis TiO_2 (Huang *et al.*, 2012). Bi- TiO_2 terbukti efektif dalam aplikasinya sebagai fotodegradasi polutan organik, seperti metil jingga, metil oranye (MO), rhodamin B (RB) dan lainnya pada penyinaran sinar tampak (Li *et al.*, 2014). Sintesis Bi- TiO_2 dapat dilakukan dengan metode sol-gel, di mana Furqonita *et al.* (2021), telah berhasil mensintesis Bi- TiO_2 menggunakan prekursor titanium tetraisopropoksida dengan etanol sebagai pelarut dan sumber kation Bi^{3+} dari bismut nitrat.

Fotokatalis Bi- TiO_2 menjadi metode alternatif yang murah dan ramah lingkungan karena dalam proses fotokatalisis tersebut polutan organik akan didegradasi menjadi CO_2 dan H_2O (Tung *et al.*, 2019). Penelitian yang dilakukan oleh Babel *et al.* (2016), menunjukkan efisiensi degradasi asam humat menggunakan fotokatalis TiO_2 masing-masing sebesar 100% pada pH 7 dengan konsentrasi awal asam humat 14 mg/L di bawah iradiasi sinar UV-A 0,236 mW/cm^2 dan sinar UV-C 0,284 mW/cm^2 selama waktu penyinaran 3 jam. Penelitian yang dilakukan oleh Wang *et al.* (2016), menunjukkan bahwa fotokatalis Bi- TiO_2 anatase menghasilkan aktivitas fotokatalitik yang tinggi pada RhB dan PNA, yaitu mengalami pengurangan hingga 99,2% dan 99,5% pada

konsentrasi doping 0,8 atom% selama 6 jam penyinaran. Penelitian Song *et al.* (2017), menunjukkan bahwa fotokatalis Bi-TiO₂ dapat mendegradasi RhB hingga 85% di bawah iradiasi sinar tampak. Berdasarkan hal tersebut dapat dilihat bahwa proses fotokatalisis dapat mengurai polutan organik menjadi lebih sederhana tanpa menghasilkan residu berbahaya. Salah satu polutan organik yang dapat didegradasi dengan metode fotokatalisis ini adalah asam humat.

Asam humat merupakan penyusun terbesar air gambut, di mana keberadaan asam humat menyebabkan air atau tanah menjadi berwarna kecokelatan sampai kehitaman (Rupiasih dan Vidyasagar, 2005). Air gambut menjadi salah satu pemasok kebutuhan air di pulau Kalimantan, khususnya Kalimantan Barat. Luas lahan gambut di Kalimantan Barat adalah 1.729.980 hektar atau sekitar 29,99% dari total 100% lahan gambut yang ada di pulau Kalimantan. Lahan gambut di Kalimantan Barat merupakan lahan gambut terluas kedua di pulau Kalimantan, setelah lahan gambut di Kalimantan Tengah dengan luas 3.010.640 hektar atau 52,18% (Wahyunto *et al.*, 2004). Berdasarkan hal tersebut, dapat dilihat bahwa sebagian besar lahan yang ada di Kalimantan Barat adalah lahan gambut sehingga pemenuhan kebutuhan akan air sangat dipengaruhi oleh ketersediaan air gambut. Asam humat menyebabkan air menjadi berwarna, berasa asam, meningkatkan *chemical oxygen demand* (COD), serta menyebabkan berbagai penyakit. pH air gambut juga terbilang asam, yaitu berkisar antara 3 sampai 5 yang mana dapat menyebabkan pelarutan logam berat atau menyebabkan korosi (Cholil *et al.*, 2018). Berdasarkan hal tersebut, air gambut tergolong tidak layak untuk dikonsumsi atau digunakan dalam kebutuhan sehari-hari. Standar air layak konsumsi ataupun digunakan dalam kebutuhan sehari-hari adalah tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa, dan memiliki pH antara 6,5 sampai 8,5 (Permenkes, 2017).

Metode pengolahan asam humat sudah banyak dilakukan, seperti menggunakan metode koagulasi, flokulasi, adsorpsi, dan filtrasi. Namun, metode-metode tersebut masih memiliki kekurangan, seperti metode koagulasi yang menghasilkan banyak endapan dan residu aluminium sulfat (tidak ramah lingkungan), metode adsorpsi yang tidak dapat menghilangkan bau pada air

gambut, serta metode filtrasi yang masih menyisakan partikel pengotor yang tidak tersaring secara sempurna (Sagadevan *et al.*, 2022). Selain itu, disinfeksi air menggunakan klorin juga kerap digunakan untuk menangani asam humat pada air gambut, namun hal tersebut dapat menyebabkan terbentuknya senyawa organoklorin seperti trihalometan yang sangat berbahaya (Dzulhairi, 2015). Sehingga dengan adanya fotokatalis Bi-TiO₂ kekurangan dari metode-metode tersebut dapat diatasi.

Sintesis Bi-TiO₂ umumnya dilakukan menggunakan metode sol-gel karena memiliki banyak kelebihan, seperti mudah dilakukan, relatif murah, serta menghasilkan produk dengan tingkat kemurnian dan homogenitas tinggi (Hindryawati, 2020). Berdasarkan penelitian Furqonita *et al.* (2021), Bi-TiO₂ berhasil disintesis dengan metode sol-gel dengan menggunakan variasi konsentrasi bismut (Bi) 0,5%, 1%, 2%, dan 3% (b/v) dengan suhu kalsinasi 450°C. Menurut penelitian tersebut, konsentrasi optimum Bi adalah 1% dengan penurunan energi celah pita sebesar 2,79 eV. Bi-TiO₂ 1% juga terbukti dapat menghambat pertumbuhan bakteri *E. coli* hingga 48,54% di bawah iradiasi sinar tampak. Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Wu *et al.* (2017), juga berhasil mensintesis Bi-TiO₂ menggunakan metode sol-gel dengan variasi konsentrasi Bi 0,1 mol %, 0,5 mol %, 1 mol %, 3 mol %, 5 mol %, dan 10 mol % dengan variasi suhu kalsinasi 450°C, 500°C, 550°C, 600°C, 650°C, dan 700°C. Berdasarkan penelitian tersebut, konsentrasi optimum Bi dalam mendegradasi metil oranye di bawah sinar tampak adalah 1 mol % pada suhu kalsinasi 650°C. Menurut penelitian Ma *et al.* (2021), Bi-TiO₂ berhasil disintesis dengan metode elektrokimia dengan konsentrasi Bi sebesar 3% dan suhu kalsinasi 500°C. Energi celah pita TiO₂ anatase murni yang diperoleh sebesar 3,22 eV dan setelah didoping menggunakan Bi terjadi penurunan energi celah pita menjadi 1,53 eV. Hal tersebut menunjukkan bahwa dopan Bi dapat meningkatkan aktivitas fotokatalitik TiO₂ di daerah sinar tampak.

Fotokatalis Bi-TiO₂ disintesis menggunakan metode sol-gel dan dilanjutkan dengan perlakuan kalsinasi pada suhu divariasikan (400°C, 500°C, dan 600°C). Dopan Bi pada TiO₂ diharapkan dapat meningkatkan aktivitas fotokatalitik Bi-

TiO₂ di daerah sinar tampak sehingga dapat berguna dalam mendegradasi asam humat.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana karakteristik fotokatalis Bi-TiO₂ yang disintesis menggunakan metode sol-gel pada variasi konsentrasi Bi 0,5%, 1%, dan 1,5% (b/v) ?
2. Bagaimana karakteristik fotokatalis Bi-TiO₂ yang disintesis menggunakan metode sol-gel dan kalsinasi pada suhu 400°C, 500 °C, dan 600 °C ?
3. Bagaimana persentase degradasi fotokatalis Bi-TiO₂ dalam mendegradasi asam humat ?

1.3 Tujuan

Tujuan dalam penelitian ini adalah :

1. Menentukan konsentrasi terbaik Bi pada variasi konsentrasi Bi 0,5%, 1%, dan 1,5% (b/v).
2. Menentukan suhu kalsinasi terbaik pada variasi suhu kalsinasi 400°C, 500°C, dan 600 °C.
3. Menentukan persentase degradasi terbaik fotokatalis Bi-TiO₂ dalam mendegradasi asam humat.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai degradasi asam humat menggunakan fotokatalis Bi-TiO₂ yang disintesis menggunakan metode sol-gel pada variasi konsentrasi Bi dan variasi suhu kalsinasi, serta uji aktivitas fotokatalis Bi-TiO₂ dalam mendegradasi asam humat dengan bantuan sinar tampak sehingga dapat menjadi metode alternatif dalam mengatasi keberadaan asam humat dalam air gambut.