

## BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa TiO<sub>2</sub> NPs berhasil disintesis dengan ditandai puncak absorbansi pada 239 nm ciri khas TiO<sub>2</sub> NPs yang mengandung ekstrak tanaman. Hasil analisis FTIR menunjukkan vibrasi Ti-O terkonfirmasi pada 654 cm<sup>-1</sup>, analisis XRD mengonfirmasi fase yang terbentuk anatase, ukuran kristal 19,7 nm, FESEM menunjukkan morfologi sperik berukuran rata-rata 17,6 nm, BET dan BJH menunjukkan luas permukaan 88,05 m<sup>2</sup>/g, diameter pori rata-rata 15,2281 nm dengan volume pori total 0,2299 cm<sup>3</sup>/g dan spektrum UV-DRS mengonfirmasi *band gap* 3,23 eV berkaitan untuk keefektifan proses fotokatalitik.

Efisiensi fotodegradasi kedua zat warna ini secara fotolisis meningkat signifikan dari 23,65% menjadi 95,00% untuk MO dan 21,93% menjadi 89,93% untuk AY25 menggunakan 10 mg TiO<sub>2</sub> NPs di bawah sinar UV-A. Reaksi mengikuti kinetika orde satu dengan konstanta laju  $k = 0,0060 \text{ min}^{-1}$  untuk MO dan  $0,0036 \text{ min}^{-1}$  untuk AY25. Uji *scavenger* mengonfirmasi bahwa spesies reaktif utama yang berperan adalah e<sup>-</sup>, •O<sub>2</sub><sup>-</sup>, •OH, dan h<sup>+</sup>, sedangkan uji reusabilitas menunjukkan efisiensi fotodegradasi tetap tinggi hingga tiga siklus. Analisis UPLC-QTOF/MS menunjukkan hilangnya puncak induk MO dan AY25 pada RT ±7,2 menit dengan ion utama m/z 306.0921, menandakan molekul mengalami kerusakan struktural. Munculnya fragmen baru seperti m/z 305–306 dan 107.0741 mengonfirmasi pemutusan ikatan azo serta degradasi cincin aromatik. Secara keseluruhan, pola fragmentasi ini membuktikan bahwa fotokatalisis TiO<sub>2</sub> NPs menghasilkan degradasi bertahap hingga menuju mineralisasi akhir menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O.

Dengan demikian, MO dan AY25 berhasil difotodegradasi secara efisien menggunakan TiO<sub>2</sub> NPs hasil *green synthesis* berbasis ekstrak LdC. Pendekatan ini terbukti mampu meningkatkan kinerja fotokatalitik dalam mendegradasi zat warna azo, sekaligus menawarkan alternatif fotokatalis yang ramah lingkungan dan berpotensi diterapkan dalam pengolahan limbah tekstil secara berkelanjutan.

## 5.2 Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengembangkan aplikasi katalis  $\text{TiO}_2$  NPs ekstrak kulit LdC pada air limbah tekstil nyata guna menilai efektivitasnya dalam kondisi kompleks, sekaligus mengkaji mekanisme fotodegradasi secara lebih mendalam melalui identifikasi produk antara dan uji toksisitas untuk memastikan keamanan hasil reaksi terhadap lingkungan. Selain itu, optimalisasi performa dan stabilitas katalis perlu terus dikaji melalui variasi kondisi operasi dan reusabilitas. Sebagai langkah lanjutan, hasil temuan ini dapat diimplementasikan dalam pilot proyek berskala semi industri guna menguji kinerja sistem fotokatalisis  $\text{TiO}_2$  NPs secara nyata serta menilai kelayakannya untuk diterapkan pada pengolahan air limbah berkelanjutan.

