

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa material spinel ferit MnFe_2O_4 terdoping La^{3+} (MFLa) berhasil disintesis menggunakan metode *green synthesis* dan menunjukkan aktivitas yang baik dalam mendegradasi zat warna *Direct Red 81*. Proses penghilangan didominasi oleh mekanisme adsorpsi dan oksidasi. Variasi massa katalis MFLa10 berpengaruh terhadap efisiensi degradasi, di mana kondisi optimum ditandai pada massa 30 mg dengan persentase degradasi sebesar 83,81% pada kondisi gelap dan 80,22% pada kondisi dibawah sinar cahaya matahari. Variasi penambahan massa katalis di atas nilai optimum (40-50 mg) menunjukkan penurunan efisiensi degradasi akibat adanya agregasi partikel yang mengurangi luas permukaan aktif serta memperlambat penghamburan zat warna dan penyebaran cahaya ke situs aktif katalis. Selain itu, penambahan H_2O_2 pada katalis MFLa10 meningkatkan efisiensi degradasi *Direct Red 81* hingga 92,39% dalam waktu 60 menit di bawah cahaya matahari yang menunjukkan bahwa H_2O_2 berperan sebagai agen oksidator tambahan dan sumber pembentukan radikal hidroksil ($\cdot\text{OH}$) melalui mekanisme reaksi *photo-Fenton*. Keberadaan ion Fe dan Mn pada struktur spinel berperan dalam aktivasi H_2O_2 menghasilkan spesies oksidator reaktif yang mendegradasi struktur azo zat warna. Penyinaran cahaya hanya berperan sebagai faktor akselerasi reaksi, bukan sebagai pengaruh utama proses degradasi. Oleh karena itu, material MnFe_2O_4 terdoping La^{3+} lebih tepat dikategorikan sebagai katalis oksidasi heterogen untuk removal zat warna dibandingkan sebagai fotokatalis murni. Secara keseluruhan, MFLa10 dengan massa katalis optimum dan penambahan H_2O_2 menunjukkan potensi yang sangat baik sebagai material katalis sekaligus adsorben untuk pengolahan limbah zat warna *Direct Red 81*.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, disarankan penelitian selanjutnya untuk:

1. Perlu dilakukan pengembangan lebih lanjut untuk kadar dopan La^{3+} agar mendapatkan keseimbangan terbaik antara sifat magnetik, luas permukaan, dan aktivitas degradasi material.
2. Perlu dilakukan pengujian stabilitas katalis untuk mengetahui ketahanan material MFLa terhadap penggunaan berulang, sehingga dapat dipertimbangkan kelayakannya untuk aplikasi praktis.
3. Perlu dilakukan studi kinetika secara kuantitatif untuk memisahkan kontribusi adsorpsi dan oksidasi.