

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, modifikasi biosorben biji alpukat (BA) menggunakan pupa *Black Soldier Fly* (BSF) terbukti meningkatkan kemampuan adsorpsi zat warna *crystal violet* (CV). Kondisi optimum penyerapan diperoleh pada pH 7, konsentrasi awal 1100 mg/L, waktu kontak 60 menit, dan suhu pemanasan 75°C untuk BA, serta pH 8, konsentrasi awal 1500 mg/L, waktu kontak 45 menit, dan suhu pemanasan 50°C untuk BA-BSF, dengan kapasitas penyerapan maksimum berturut-turut sebesar 97,6639 mg/g dan 163,8549 mg/g. Optimasi menggunakan RSM-BBD menghasilkan kapasitas penyerapan maksimum sebesar 102,92 mg/g untuk BA dan 169,11 mg/g untuk BA-BSF. Hasil karakterisasi FTIR, SEM-EDX, XRF, TGA, dan BET menunjukkan bahwa modifikasi menggunakan pupa BSF berhasil meningkatkan jumlah situs aktif, karakteristik permukaan, dan porositas biosorben sehingga meningkatkan kapasitas penyerapan CV. Proses adsorpsi mengikuti model isoterm Langmuir, kinetika pseudo second order, serta berlangsung secara spontan dan eksotermik. Selain itu, biosorben BA-BSF mampu mempertahankan efisiensi adsorpsi di atas 90% hingga empat siklus regenerasi menggunakan metanol dan asam asetat, serta menunjukkan kinerja yang lebih baik dibandingkan BA dalam menurunkan konsentrasi CV pada limbah laboratorium, sehingga berpotensi sebagai biosorben yang efektif, ekonomis, dan ramah lingkungan untuk pengolahan limbah zat warna.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, disarankan melakukan pengujian pada sistem adsorpsi kontinu (kolom) untuk mendekati kondisi aplikasi industri. Melakukan pengujian pada limbah nyata dengan komposisi yang lebih kompleks untuk mengevaluasi efektivitas biosorben dalam kondisi sebenarnya.