

BAB V

SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI

5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilaksanakan, menunjukkan bahwa pembelajaran proyek STEM-ESD terkait SDG *Life below Water* berkontribusi dalam mengembangkan keterampilan rekayasa siswa untuk mengatasi permasalahan mikroplastik secara bertahap. Untuk nilai rata-rata keseluruhan kelompok sebesar 71, menunjukkan bahwa sebagian besar kelompok berada pada tingkatan *novice designer*. Lebih rinci, pada fase awal, yaitu perumusan masalah, sebagian besar siswa masih mengalami kesulitan dalam mengidentifikasi isu mikroplastik secara kritis, tercermin dari nilai rata-rata sebesar 58. Namun, melalui tahapan proyek yang lebih mendalam, yaitu fase solusi, implementasi, hingga evaluasi, keterampilan siswa meningkat dengan nilai rata-rata masing-masing 69, 77, dan 80. Peningkatan ini mencerminkan kemampuan siswa dalam merancang, mengembangkan, dan menguji teknologi penyaring mikroplastik secara sistematis dan kolaboratif. Dengan demikian, pembelajaran proyek STEM-ESD berperan penting dalam membentuk keterampilan rekayasa dalam menghadapi isu keberlanjutan laut, khususnya pencemaran mikroplastik. *Kedua*, pembelajaran proyek STEM-ESD terkait SDG *Life below Water* terhadap aksi siswa menunjukkan adanya peningkatan pemahaman konseptual siswa dan memperkuat kesadaran serta kecenderungan mereka untuk melakukan aksi nyata yang berorientasi pada keberlanjutan. Hal ini tercermin dari pola perubahan nilai aksi dan rencana aksi siswa yang didominasi oleh arah positif (+) dan skor *N-Gain* sebesar 0,042 menempatkan efektivitas pembelajaran dalam kategori rendah.

5.2 Implikasi

Temuan penelitian ini menegaskan bahwa pembelajaran proyek berbasis STEM-ESD memiliki potensi besar dalam membangun keterampilan rekayasa sekaligus memicu kesadaran keberlanjutan siswa dalam menghadapi isu

lingkungan nyata seperti mikroplastik. Namun, efektivitasnya masih perlu ditingkatkan, terutama pada fase awal seperti identifikasi masalah dan eksplorasi solusi, dimana performa siswa masih rendah. Ketimpangan antar fase menunjukkan perlunya intervensi pedagogis yang memperkuat literasi lingkungan, kemampuan berpikir kritis, serta koneksi antara data, masalah, dan solusi teknis. Di sisi lain, meskipun skor *N-Gain* aksi tergolong rendah, pola perubahan nilai yang didominasi arah positif mencerminkan benih aksi berkelanjutan yang mulai tumbuh. Hal ini mengimplikasikan bahwa pendekatan ini tidak cukup diterapkan secara instan atau singkat; dibutuhkan strategi pembelajaran jangka panjang dan kontekstual agar nilai-nilai keberlanjutan dapat terinternalisasi dan berkembang menjadi aksi nyata yang konsisten dan bermakna.

5.3 Rekomendasi

Untuk meningkatkan efektivitas pembelajaran proyek STEM-ESD dalam membentuk keterampilan rekayasa dan aksi berkelanjutan siswa, guru perlu memberikan *scaffolding* yang intensif sejak tahap awal, seperti pelatihan observasi lapangan, eksplorasi literatur, dan diskusi reflektif tentang isu SDG yang diangkat. Tahap desain teknologi sebaiknya difasilitasi dengan simulasi dan diskusi teknis yang menekankan pada kelayakan dan inovasi solusi, sementara manajemen proyek perlu dirancang sistematis sejak awal agar kolaborasi dan komunikasi berkembang seiring dengan keterampilan teknis. Rekomendasi ini juga mencakup pentingnya penggunaan rubrik formatif sejak awal pembelajaran agar siswa memahami ekspektasi kerja dari setiap fase. Di sisi lain, pembelajaran aksi berkelanjutan perlu dirancang dalam durasi lebih panjang untuk memberi ruang refleksi yang cukup, memfasilitasi asesmen berbasis proses, serta mengaitkan isu lokal agar siswa merasa terhubung secara personal. Pembentukan komunitas aksi lingkungan di sekolah juga disarankan sebagai langkah strategis untuk menjaga keberlanjutan nilai dan perilaku siswa pascaprojek.