

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **A. Kesimpulan**

Berdasarkan data hasil penelitian dan pembahasan yang dipaparkan pada bagian sebelumnya terkait penerapan pendekatan pembelajaran E-STEAM Biopori untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu sebagai berikut:

##### **1. Penerapan E-STEAM Biopori Terhadap Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa**

Berdasarkan hasil penelitian, penerapan pendekatan E-STEAM berbasis Project Based Learning (PjBL) melalui proyek biopori terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa pada materi keseimbangan dan perubahan lingkungan. Hal ini ditunjukkan oleh tingginya keterlibatan siswa pada seluruh indikator pembelajaran yang berada pada kategori baik hingga sangat baik, serta capaian nilai produk biopori yang menunjukkan kualitas hasil kerja yang optimal.

Meskipun terdapat fluktuasi pada beberapa indikator seperti analisis data dan regulasi diri, secara keseluruhan pembelajaran berbasis proyek terintegrasi E-STEAM mampu mendorong siswa berpikir kontekstual, analitis, reflektif, dan aplikatif. Integrasi unsur Environmental dalam STEAM juga memperkuat kemampuan siswa dalam menganalisis permasalahan lingkungan secara nyata dan merancang solusi berkelanjutan. Dengan demikian, pendekatan E-STEAM Biopori efektif dalam mengembangkan keterampilan berpikir kritis secara komprehensif.

##### **2. Perbedaan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa antara Siswa yang Menggunakan Pendekatan E-STEAM Biopori Berbantuan E-LKPD dengan Siswa yang Menggunakan Pendekatan Pembelajaran Saintifik**

Hasil penelitian menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara keterampilan berpikir kritis siswa yang menggunakan pendekatan E-STEAM Biopori berbantuan E-LKPD dengan siswa yang menggunakan pendekatan pembelajaran saintifik. Rata-rata nilai post-test kelas eksperimen lebih tinggi

dibandingkan kelas kontrol, serta memiliki tingkat homogenitas yang lebih baik. Hasil uji Mann-Whitney menunjukkan nilai signifikansi  $< 0,05$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh signifikan penggunaan pendekatan E-STEAM terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa. Pendekatan E-STEAM berbasis proyek memberikan pengalaman belajar yang lebih kontekstual, interdisipliner, dan berorientasi pada pemecahan masalah nyata dibandingkan pembelajaran saintifik konvensional. Dengan demikian, E-STEAM Biopori lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

### **3. Respon Siswa Terhadap E-STEAM E-LKPD dalam Menunjang Pembelajaran Biologi Berbasis Proyek**

Berdasarkan hasil angket respon siswa, penerapan pendekatan E-STEAM berbantuan E-LKPD memperoleh kategori sangat tinggi pada hampir seluruh indikator, meliputi student engagement, self-regulated learning, kondisi psikologis, serta dukungan sosial dan lingkungan belajar. Siswa menunjukkan motivasi dan ketertarikan belajar yang tinggi, aktif berkolaborasi dalam proyek, mampu mengatur strategi belajar secara mandiri, serta memiliki kesiapan emosional dan reflektif yang baik. Penggunaan E-LKPD interaktif juga mendukung keterlibatan kognitif dan mempermudah pemahaman konsep melalui panduan yang terstruktur. Secara keseluruhan, respon siswa yang sangat positif menunjukkan bahwa pembelajaran E-STEAM berbantuan E-LKPD tidak hanya meningkatkan aspek kognitif, tetapi juga memperkuat aspek afektif, sosial, dan metakognitif dalam pembelajaran biologi berbasis proyek.

**B. Saran**

1. Mengingat efektivitas model E-STEAM berbantuan E-LKPD dapat bervariasi tergantung pada karakteristik siswa, kesiapan teknologi, dan kondisi sekolah, penelitian selanjutnya dapat diarahkan untuk mengembangkan desain pembelajaran E-STEAM yang lebih adaptif serta fleksibel sesuai dengan kebutuhan dan fasilitas masing-masing sekolah.
2. Proses penilaian dalam penelitian ini terhadap produk pembelajaran (E-LKPD, poster, dan biopori) masih dilakukan secara berkelompok. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat mengombinasikan penilaian kelompok dan individu agar hasil yang diperoleh lebih akurat dalam mencerminkan keterampilan berpikir kritis dan kontribusi masing-masing siswa.
3. Penelitian ini hanya mengukur dampak penerapan model E-STEAM dalam jangka waktu yang relatif singkat pada satu materi pembelajaran. Oleh sebab itu, penelitian lebih lanjut dapat dilakukan dalam jangka waktu yang lebih panjang untuk melihat konsistensi peningkatan keterampilan berpikir kritis serta dampaknya terhadap sikap peduli lingkungan dan literasi keberlanjutan siswa.
4. Penelitian lebih lanjut dapat difokuskan pada analisis yang lebih mendalam terhadap faktor-faktor yang memengaruhi keberhasilan implementasi E-STEAM berbasis proyek lingkungan, seperti kesiapan guru, manajemen waktu, kolaborasi kelompok, serta kendala teknis penggunaan E-LKPD. Hal ini dapat dilakukan melalui pendekatan penelitian kualitatif, seperti wawancara mendalam dan observasi partisipatif.