

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi digital yang sangat pesat pada abad ke-21 telah memberikan pengaruh besar terhadap berbagai aspek kehidupan, termasuk dalam bidang Pendidikan (Dito & Pujiastuti, 2021; Fricticarani et al., 2023; Rosyid & Mubin, 2024). Dunia pendidikan dituntut untuk beradaptasi dengan transformasi ini melalui pemanfaatan teknologi sebagai bagian dari proses pembelajaran yang lebih inovatif dan kontekstual (Amelia, 2023). Dalam konteks ini, pembelajaran tidak hanya berfokus pada penguasaan materi, tetapi juga pada pengembangan keterampilan abad ke-21, salah satunya adalah kemampuan pemecahan masalah (Rosnaeni, 2021). Penelitian Chaerunisa & Pitorini (2022), menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah biologi murid masih dalam kategori rendah. Berdasarkan Cahyani & Setyawati (2016), kemampuan ini bahkan menjadi tujuan pembelajaran dalam kurikulum dan dipertegas dalam Permendikbudristek Nomor 5 Tahun 2022 tentang Standar Kompetensi Lulusan (SKL) SMA/MA yang menuntut murid mampu menganalisis permasalahan kompleks, menarik kesimpulan, serta menyampaikan argumen berdasarkan data yang akurat (Kemendikbudristek, 2022).

Dalam konteks pembelajaran Biologi di tingkat SMA, salah satu materi yang sangat penting tetapi memiliki tingkat kompleksitas tinggi adalah Bioteknologi (Pantiwati et al., 2025). Menurut Nugroho & Rahayu (2018), bioteknologi dijelaskan sebagai teknologi yang memanfaatkan sistem kehidupan untuk menghasilkan barang dan jasa yang bermanfaat bagi manusia. Berdasarkan penjelasan tersebut, tujuan bioteknologi adalah meningkatkan kesejahteraan manusia melalui pemanfaatan agen hayati, khususnya mikroorganisme yang menguntungkan. Bioteknologi dibedakan menjadi dua jenis, yaitu bioteknologi konvensional dan bioteknologi modern. Bioteknologi konvensional adalah proses pemanfaatan mikroorganisme untuk menghasilkan produk yang diperlukan manusia melalui fermentasi. Sementara itu, bioteknologi modern adalah penerapan bioteknologi dengan peralatan dan metode canggih dalam kondisi steril, sehingga

menghasilkan produk yang lebih berkualitas, banyak, dan terarah melalui manipulasi materi genetik mikroorganisme. Kedua jenis bioteknologi ini memiliki peran yang signifikan dalam kehidupan manusia dan menjadi dasar bagi banyak inovasi di bidang pertanian, kesehatan, industri, dan lingkungan (Nugroho & Rahayu, 2018; Pertiwi et al., 2025).

Dalam kehidupan sehari-hari, murid sebenarnya sangat dekat dengan berbagai produk dan isu bioteknologi modern seperti insulin rekombinan untuk penderita diabetes, tanaman transgenik (GMO), teknik bayi tabung (IVF), hingga kloning. Namun, materi bioteknologi modern memiliki banyak konsep mikroskopis seperti aktivitas sel dan kerja mikroorganisme yang tidak dapat diamati secara langsung tanpa alat khusus (Kolong & Sepe, 2025; Horniaková, 2026; Zulpadly et al., 2016). Dampaknya, murid tidak hanya mengalami kesulitan dalam memahami konsep, tetapi juga kurang terlatih dalam kemampuan pemecahan masalah ketika dihadapkan pada persoalan yang berkaitan dengan bioteknologi modern. Padahal kemampuan pemecahan masalah sendiri berkaitan erat dengan penguasaan konsep, yaitu kemampuan memahami materi secara mendalam sehingga dapat digunakan untuk menyelesaikan berbagai permasalahan, baik dalam pembelajaran maupun kehidupan sehari-hari (Wakano et al., 2020). Pembelajaran yang cenderung teoritis menyebabkan murid lebih banyak menghafal daripada memahami konsep secara mendalam. Hasil analisis kebutuhan pada murid kelas XI dan XII menunjukkan bahwa 43,2% responden sangat setuju materi bioteknologi modern penting dipelajari, namun mereka mengalami kesulitan dalam membayangkan tahapan proses yang kompleks. Kegiatan praktikum yang seharusnya membantu pemahaman sering terkendala keterbatasan waktu serta sarana prasarana (Suryanda et al., 2020). Selain itu, pendekatan pembelajaran yang masih konvensional dinilai belum mampu menjembatani kesenjangan antara kompleksitas konsep dengan kemampuan kognitif murid (Hadianty et al. 2025).

Hasil wawancara guru biologi SMA juga menunjukkan bahwa kemampuan pemecahan masalah merupakan kompetensi penting dalam pembelajaran biologi, sehingga diperlukan media dan pendekatan yang mendorong keterlibatan aktif murid dalam menyelesaikan permasalahan. Oleh karena itu, diperlukan media pembelajaran inovatif yang tidak hanya memvisualisasikan proses bioteknologi

modern, tetapi juga dirancang untuk melatih dan meningkatkan kemampuan pemecahan masalah murid. Salah satu teknologi yang potensial untuk menjawab tantangan ini adalah *Augmented Reality* (AR), yang memungkinkan integrasi antara dunia nyata dan objek virtual dalam bentuk tiga dimensi (3D) secara *real-time* melalui perangkat digital (Azmi et al., 2024; Nijholt, 2022; Tasya'ah et al., 2025). Keberadaan objek 3D dalam AR menjadikan kegiatan pembelajaran lebih menarik, serta berkontribusi dalam mempermudah pemahaman materi, dengan frekuensi kesalahan penggunaannya yang tergolong rendah (Rini et al., 2022).

Belum tersedianya e-modul berbasis AR yang secara khusus dikembangkan untuk materi bioteknologi modern di tingkat SMA menjadi dasar penelitian ini. Produk yang dikembangkan diberi nama *Biotechnology with Problem Based Learning and Augmented Reality* (BIOPROBAR). Nama ini merepresentasikan karakter utama e-modul, yaitu BIO yang berfokus pada bioteknologi modern, PROB yang menekankan pelatihan kemampuan pemecahan masalah melalui pendekatan PBL, dan AR yang memanfaatkan *Augmented Reality* untuk memvisualisasikan proses bioteknologi yang kompleks agar lebih konkret dan mudah dipahami murid. E-modul ini juga dilengkapi berbagai fitur seperti model 3D, penugasan kelompok, kuis reflektif, serta narasi edukatif yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah pada abad ke-21 dan pemanfaatan teknologi digital dalam pembelajaran yang penting dimiliki murid di abad ke-21 (Budianti et al., 2022; A. F. Rini & Budijastuti, 2021; Widhiyani et al., 2019).

B. Fokus Penelitian

Berdasarkan latar belakang masalah, maka fokus penelitiannya adalah mengembangkan e-modul *Biotechnology with Problem Based Learning and Augmented Reality* (BIOPROBAR) untuk meningkatkan kemampuan pemecahan masalah murid SMA kelas X

C. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah diuraikan diatas, maka rumusan masalah yang dijadikan bahan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengembangkan e-modul *Biotechnology with Problem Based Learning and Augmented Reality* (BIOPROBAR)?

2. Bagaimana kelayakan e-modul *Biotechnology with Problem Based Learning and Augmented Reality* (BIOPROBAR) yang dikembangkan?
3. Apakah e-modul *Biotechnology with Problem Based Learning and Augmented Reality* (BIOPROBAR) dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah murid?

D. Manfaat Penelitian

1. Teoritis

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan ilmu pengetahuan di bidang pendidikan, khususnya dalam kajian media pembelajaran berbasis teknologi AR. Penelitian ini juga memperkaya kajian tentang efektivitas e-modul dalam meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan memahami konsep bioteknologi, serta dapat menjadi referensi untuk penelitian sejenis di masa depan.

2. Praktis

- a. Bagi Guru: E-modul ini diharapkan menjadi sumber belajar alternatif yang mendukung kegiatan pembelajaran di kelas maupun secara daring. Guru dapat memanfaatkan modul ini untuk memperkaya metode pengajaran, meningkatkan partisipasi murid, dan menyampaikan materi bioteknologi.
- b. Bagi Murid: E-modul ini diharapkan dapat menjadi sarana pembelajaran yang menarik dan efektif, yang tidak hanya memperkuat pemahaman materi, tetapi juga mendorong keterampilan pemecahan masalah melalui pendekatan *Problem Based Learning* yang digunakan dalam penyusunan modul.
- c. Bagi Sekolah: Sekolah memiliki media pembelajaran yang inovatif berbasis teknologi *Augmented Reality* (AR) untuk mendukung implementasi pembelajaran abad ke-21 serta transformasi digital pendidikan yang inklusif dan adaptif terhadap tantangan zaman.