

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang masalah

Pendidikan biologi di jenjang Sekolah Menengah Atas (SMA) pada hakikatnya bukan sekadar mengarahkan peserta didik untuk menguasai tumpukan materi yang bersifat hafalan, melainkan melatih kemampuan analisis mereka terhadap gejala alam dan sistem kehidupan yang terjadi di dalam lingkungan sekitar. Di era implementasi Kurikulum Merdeka saat ini, pembelajaran Biologi dituntut untuk lebih bermakna, kontekstual, dan berpusat pada siswa (*student-centered learning*). Siswa tidak lagi diposisikan sebagai penerima informasi pasif, melainkan sebagai subjek aktif yang mengonstruksi pemahamannya sendiri melalui proses eksplorasi dan penalaran ilmiah yang terarah (Sufyadi dkk., 2021). Paradigma baru ini menuntut pendidik untuk mampu menciptakan lingkungan belajar yang dapat menstimulasi keterampilan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills*) siswa.

Namun, dalam pelaksanaan pembelajaran Biologi di tingkat sekolah, guru sering kali dihadapkan pada karakteristik materi yang memiliki tingkat keabstrakan tinggi dan ruang lingkup yang sangat luas. Salah satu materi pokok yang menjadi fondasi krusial bagi siswa kelas XI di semester ganjil adalah materi tentang Sel. Sel merupakan unit struktural dan fungsional terkecil dari makhluk hidup yang menjadi dasar bagi pemahaman materi-materi biologi selanjutnya, seperti sistem organ, genetika, hingga bioteknologi molekuler. Tuntutan kompetensi dalam Kurikulum Merdeka mengharuskan siswa mampu menganalisis keterkaitan antara struktur komponen kimiawi sel, letak anatomi organel, serta bioproses yang terjadi di dalamnya.

Berdasarkan hasil observasi awal yang dilakukan oleh peneliti dalam proses pembelajaran Biologi kelas XI di SMA ARROZAQ, ditemukan beberapa fakta dan dinamika riil di lapangan. Dalam hal manajemen perangkat pembelajaran, guru mata pelajaran Biologi di sekolah tersebut didapati belum menyusun alur tersendiri berupa Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) atau silabus mandiri yang disesuaikan secara khusus dengan karakteristik *input* siswa di sekolah. Proses penyampaian materi dan penentuan kedalaman konten sepenuhnya masih bertumpu secara kaku pada buku ajar cetak yang tersedia di sekolah. Guna memperkaya pemahaman substansi keilmuan, guru terkadang berinisiatif mencari referensi tambahan dari literatur asing kedokteran dan biologi tingkat tinggi, seperti buku *Biology* karya Campbell. Kendati referensi tersebut sangat akurat secara keilmuan sains, tingkat kedalaman materi yang disajikan sering

kali terlampau tinggi bagi representasi mental siswa SMA, mengingat buku tersebut sejatinya dirancang untuk level perguruan tinggi (Campbell & Reece, 2021).

Fakta observasi lain menunjukkan bahwa alokasi waktu yang tersedia di SMA ARROZAQ sangat terbatas. Pembelajaran Biologi hanya dilaksanakan sebanyak satu kali pertemuan dalam satu pekan, dengan durasi waktu 2 Jam Pelajaran (2 JP) di mana setiap 1 JP setara dengan 45 menit. Dengan total waktu yang hanya 90 menit per pekan tersebut, guru dituntut untuk menuntaskan materi pokok sel yang sangat padat hanya dalam jangka waktu 3 pekan efektif saja. Ruang lingkup materi yang harus diselesaikan dalam waktu singkat tersebut mencakup pengenalan jenis-jenis sel, analisis perbedaan sel hewan dan tumbuhan, identifikasi seluruh struktur dan fungsi organel sel, mekanisme pembelahan sel, hingga proses transpor membran.

Keterbatasan waktu yang sangat masif ini berdampak langsung pada pemilihan strategi dan media pembelajaran di kelas. Dalam menyampaikan materi sel yang padat, guru di SMA ARROZAQ umumnya menggunakan bantuan media *Slide Powerpoint* (PPT) atau menerangkan materi secara langsung melalui metode ceramah di depan papan tulis. Ketika menjelaskan struktur bagian dalam sel, guru terbiasa menggambar atau menampilkan visualisasi dua dimensi (2D) dari buku paket di papan tulis untuk menerangkan letak komponen-komponen seluler kepada siswa. Pemilihan media ini sejalan dengan kecenderungan umum di berbagai sekolah, di mana media visual statis 2D dipilih karena praktis, meskipun memiliki keterbatasan dalam menyajikan objek yang bersifat dinamis dan spasial (Arsyad, 2019).

Dampak dari kombinasi keterbatasan waktu dan penggunaan media visual 2D statis ini memicu hambatan belajar (*learning obstacle*) pada diri siswa. Melalui data wawancara dan observasi, didapati bahwa siswa sebenarnya tidak mengalami kendala spesifik yang berarti ketika mempelajari materi transpor membran yang bersifat prosedural seperti mekanisme difusi dan osmosis. Siswa justru mengalami kesulitan besar dan kurang paham saat pembelajaran memasuki fase penjelasan rinci mengenai organel-organel sel. Karakteristik organel sel yang mikroskopis, abstrak, dan memiliki komponen yang sangat banyak membuat siswa merasa terbebani. Siswa kesulitan memvisualisasikan bagaimana bentuk ruang tiga dimensi (3D) asli serta posisi anatomis yang tepat dari organel-organel esensial di dalam matriks sitoplasma, seperti perbedaan fungsional antara Retikulum Endoplasma Kasar (REK) yang ditempeli ribosom dengan Retikulum Endoplasma Halus (REH), kompleksitas lipatan kantung Badan Golgi, mitokondria, maupun vakuola.

Hambatan belajar ini diperkuat oleh hasil wawancara dengan guru mata pelajaran Biologi di SMA ARROZAQ, yang menyatakan bahwa setiap kali topik organel sel diujikan, sebagian besar siswa cenderung kesulitan menjawab soal-soal yang membutuhkan analisis spasial dan letak anatomis organel. Guru mengonfirmasikan bahwa pemahaman siswa sering kali terjebak pada hafalan teks, bukan pemahaman visual yang utuh. Kondisi empiris di SMA ARROZAQ ini sejalan dengan temuan Wulan & Sanjaya (2020) yang menyatakan bahwa visualisasi 2D statis pada buku paket Biologi menjadi faktor utama tingginya beban hafalan teks siswa, yang berujung pada tingginya potensi miskonsepsi letak ruang anatomi organel sel. Tanpa bantuan representasi visual yang memadai, siswa cenderung mengalami *cognitive overload* atau beban kognitif berlebih karena dipaksa menghafal abstraknya nama dan fungsi organel tanpa mengetahui bentuk visual aslinya secara spasial (Sweller, 2020). Akibatnya, atmosfer belajar bergeser menjadi proses hafalan teks yang kaku demi mengejar target ujian, bukan pemahaman konseptual yang utuh.

Melihat permasalahan tersebut, diperlukan adanya sebuah solusi inovatif berupa penyediaan media pembelajaran yang mampu memvisualisasikan objek mikroskopis sel secara konkret, interaktif, namun tetap efisien dari segi waktu penggunaan di kelas. Salah satu teknologi digital inovatif yang sangat potensial untuk mengatasinya adalah teknologi *Augmented Reality* (AR). Teknologi AR mampu mengintegrasikan proyeksi objek maya tiga dimensi (3D) ke dalam lingkungan nyata secara *real-time* melalui bantuan kamera ponsel pintar (*smartphone*). Melalui media AR berbasis kartu penanda (*marker*), kerumitan bentuk organel sel yang tadinya abstrak dan sulit digambar di papan tulis dapat dimunculkan dalam wujud animasi 3D yang dapat diputar, diperbesar, dan diamati secara mandiri oleh siswa dari atas meja kelas mereka masing-masing. Berdasarkan temuan Sari & Nurcahyo (2021), penggunaan media berbasis AR di dalam kelas dinilai sangat efektif karena memberikan pengalaman belajar yang bersifat konkret, meningkatkan motivasi, serta mampu melatih keterampilan berpikir spasial siswa secara mandiri pada mata pelajaran sains.

Pengembangan media berbasis AR ini menjadi kian relevan karena didukung oleh potensi sarana yang ada di SMA ARROZAQ, di mana sebagian besar siswa telah memiliki gawai pribadi dan regulasi sekolah memperbolehkan pemanfaatan teknologi tersebut di dalam kelas asalkan berada di bawah izin, instruksi, dan pengawasan resmi dari guru mata pelajaran. Guna memudahkan proses produksi media tanpa kendala teknis pemrograman yang rumit, peneliti memanfaatkan platform instruksional Assembler Edu yang menyediakan pustaka aset biologi sel 3D secara komprehensif.

Kajian dari Pradana & Wijaya (2023) membuktikan bahwa efektivitas platform Assembler Edu sangat tinggi ketika diimplementasikan di sekolah menengah karena tidak menuntut spesifikasi perangkat keras yang tinggi, serta terbukti menghasilkan respons kepraktisan media yang sangat baik dari guru maupun siswa. Melalui pengembangan produk yang divalidasi oleh ahli materi dan ahli media, diharapkan beban mengajar guru dalam menjelaskan gambar organel di papan tulis dapat dipangkas secara efisien, serta beban hafalan kaku siswa dapat direduksi melalui pengalaman visual yang interaktif.

Berdasarkan latar belakang kondisi riil serta didukung oleh teori-teori ilmiah tersebut, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian pengembangan dengan judul: “Pengembangan Media Pembelajaran Biologi Berbasis Augmented Reality (AR) Berbantuan Platform Assembler Edu pada Materi Organel Sel Kelas XI SMA ARROZAQ”.

1.2 Identifikasi masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah dipaparkan, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan yang muncul dalam proses pembelajaran Biologi di kelas XI SMA ARROZAQ sebagai berikut:

1. Belum tersedianya Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) atau silabus mandiri yang dikembangkan oleh guru secara kontekstual, sehingga arah pembelajaran masih bertumpu kaku pada buku cetak pegangan.
2. Sumber literatur pengayaan guru terkadang menggunakan referensi tingkat tinggi (*Campbell Biology*) yang tingkat kedalaman substansinya terlampau rumit untuk direpresentasikan secara mental oleh siswa jenjang SMA.
3. Keterbatasan alokasi waktu pembelajaran Biologi yang sangat minim, yaitu hanya 1 kali pertemuan per pekan dengan durasi 2 JP (2 x 45 menit).
4. Target ketuntasan materi sel Kurikulum Merdeka yang terlampau padat (cakupan jenis sel, perbedaan sel, organel sel, pembelahan, hingga transpor membran) harus diselesaikan dalam waktu yang sangat singkat, yaitu hanya 3 pekan efektif.
5. Strategi penyampaian materi oleh guru masih didominasi metode ceramah konvensional dengan visualisasi gambar dua dimensi (2D) statis pada media *Slide Powerpoint* atau gambar manual di papan tulis.

6. Siswa mengalami hambatan pemahaman konseptual (*learning obstacle*) khusus pada materi komponen organel sel karena sifatnya yang mikroskopis, abstrak, dan menuntut beban hafalan teks yang tinggi.
7. Pemanfaatan fasilitas gawai (*smartphone*) pribadi milik siswa di dalam lingkungan kelas belum dioptimalkan secara reguler sebagai media instruksional berbasis teknologi imersif yang interaktif.

1.3 Batasan masalah

Agar penelitian pengembangan ini lebih terarah, fokus, dan tidak memperluas ruang lingkup pembahasan di luar kapasitas teknis, peneliti membatasi permasalahan sebagai berikut:

1. Subjek Penelitian: Dibatasi hanya pada siswa kelas XI SMA ARROZQA yang sedang menempuh mata pelajaran Biologi pada semester ganjil.
2. Konten Materi Biologi: Difokuskan khusus pada sub-materi Struktur Anatomi dan Fungsi Organel Sel (Sel Hewan dan Sel Tumbuhan), tidak memperluas ke materi pembelahan sel ataupun mekanika transpor membran (difusi dan osmosis) karena didasarkan pada skala prioritas kendala siswa di lapangan.
3. Produk yang Dikembangkan: Berupa perangkat media pembelajaran imersif *Augmented Reality* (AR) berbasis kartu penanda (*marker-based tracking*) yang dirancang khusus menggunakan bantuan aplikasi/platform instruksional *low-code* Assembler Edu.
4. Spesifikasi Teknis: Pengoperasian Pengembangan media AR dibuat menggunakan platform Assembler Edu. Adapun dalam pengimplementasiannya, peserta didik tidak diwajibkan mengunduh aplikasi Assembler Edu, melainkan cukup memindai QR Code/marker menggunakan pemindai QR bawaan *smartphone* atau Google Lens yang akan mengarahkan siswa ke tampilan 3D AR via web browser.

1.4 Rumusan masalah

Berdasarkan batasan masalah di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian pengembangan ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana prosedur pengembangan media pembelajaran Biologi berbasis *Augmented Reality* (AR) berbantuan platform Assembler Edu pada sub-materi struktur anatomi dan fungsi organel sel kelas XI SMA ARROZAQ yang sistematis?
2. Bagaimana tingkat kelayakan media pembelajaran Biologi berbasis *Augmented Reality* (AR) berbantuan platform Assembler Edu pada sub-materi struktur anatomi dan fungsi organel sel kelas XI SMA ARROZAQ berdasarkan penilaian ahli materi dan ahli media?
3. Bagaimana kepraktisan media pembelajaran AR berbasis Assembler Edu berdasarkan respon siswa di SMA ARROZAQ?

1.5 Tujuan Penelitian

Sejalan dengan rumusan masalah yang telah dirumuskan, maka tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian pengembangan ini adalah untuk:

1. Mengetahui dan mendeskripsikan alur prosedur pengembangan media pembelajaran Biologi berbasis *Augmented Reality* (AR) berbantuan platform Assembler Edu pada sub-materi struktur anatomi dan fungsi organel sel kelas XI SMA ARROZAQ secara sistematis.
2. Menguji dan menganalisis tingkat kelayakan produk media pembelajaran Biologi berbasis *Augmented Reality* (AR) berbantuan platform Assembler Edu pada sub-materi struktur anatomi dan fungsi organel sel kelas XI SMA ARROZAQ berdasarkan penilaian validator ahli materi dan ahli media.
3. Menguji dan mengevaluasi tingkat kepraktisan produk media pembelajaran Biologi berbasis *Augmented Reality* (AR) berbantuan platform Assembler Edu pada sub-materi struktur anatomi dan fungsi organel sel kelas XI SMA ARROZAQ berdasarkan lembar angket respons dari guru pamong dan siswa.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat Teoritis Secara teoritis, penelitian ini diharapkan dapat memperkaya khazanah ilmiah di bidang teknologi pendidikan, khususnya mengenai integrasi teknologi *Augmented Reality* (AR) sebagai alat bantu visual (*scaffolding*) pada materi biologi molekuler yang bersifat mikroskopis. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi referensi akademik dalam menerapkan konsep Teori Kognitif Pembelajaran Multimedia (*Cognitive Theory of Multimedia Learning*) guna mereduksi beban

kognitif kerja siswa saat mencerna informasi visual dan teks secara simultan (Mayer, 2021).

1.7 Definisi Oprasional

1. Penelitian Pengembangan (*Research and Development*): Metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut, di mana dalam penelitian ini difokuskan pada pengembangan perangkat teoretis dan praktis melalui tahapan analisis, perancangan, pengembangan, implementasi, dan evaluasi (Sugiyono, 2019).
2. *Augmented Reality (AR)*: Teknologi digital yang menyisipkan objek maya dua dimensi atau tiga dimensi ke dalam sebuah lingkungan nyata secara tiga dimensi, lalu memproyeksikan objek-objek maya tersebut dalam waktu nyata (*real-time*) melalui bantuan sensor kamera gawai pintar (Azuma dkk., 2001).
3. Platform Assembler Edu: Perangkat lunak (*software*) berbasis web dan aplikasi *mobile* yang dikembangkan oleh Assembler sebagai *authoring tool* khusus pendidikan untuk menciptakan pengalaman visual berbasis AR secara instan tanpa proses pengodean manual (Assembler, 2023).