BAB I
PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Transformasi yang berlangsung secara cepat pada abad ke-21 menghadirkan tuntutan substansial bagi sistem persekolahan global untuk membekali peserta didik dengan kompetensi yang adaptif terhadap kebutuhan masa depan. Data hasil Programme for International Student Assessment (PISA) tahun 2022 mengungkap bahwa proporsi terbesar peserta didik lintas negara masih berada pada capaian literasi sains kategori menengah ke bawah, terutama pada dimensi penalaran ilmiah dan kecakapan mengevaluasi bukti empiris (OECD, 2023). Pola yang teramati cenderung konsisten: peserta didik relatif mampu mengingat fakta-fakta sains, namun mengalami hambatan ketika dituntut menganalisis data hasil percobaan atau merumuskan simpulan berbasis argumentasi ilmiah. Temuan tersebut mengindikasikan perlunya reorientasi pembelajaran sains, dari penekanan pada penguasaan konten menuju penguatan proses bernalar peserta didik.

Keterampilan abad ke-21, yang mencakup berpikir kritis, kreativitas, pemecahan masalah, kolaborasi, komunikasi, dan metakognisi, kini menempati posisi sentral dalam agenda pendidikan baik di jenjang dasar maupun tinggi (Thornhill-Miller et al., 2023). Sintesis komprehensif terhadap puluhan kerangka kerja global dan ratusan hasil penelitian terdahulu berhasil merumuskan sepuluh kompetensi inti yang memadukan dimensi keterampilan (kreativitas, berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi) dengan dimensi karakter (rasa ingin tahu, keberanian, resiliensi, dan integritas etis) sebagai fondasi pembelajaran kontemporer.

Berpikir kritis dan metakognisi memperlihatkan keterkaitan yang erat dalam proses belajar. Kajian Akcaoglu dkk. (2022) mengonfirmasi bahwa kesadaran metakognitif memberikan kontribusi yang berarti terhadap kapasitas berpikir kritis peserta didik, sejalan dengan temuan Rahmani dan Hikmawan (2025) yang melaporkan korelasi signifikan ($r = 0{,}547$) antara metakognisi dan performa berpikir kritis pada jenjang sekolah menengah. Mulyono dan Ubaidillah (2024), melalui kajian terhadap 209 mahasiswa, lebih jauh menemukan bahwa kesadaran

metakognitif memberikan pengaruh positif terhadap kreativitas melalui peran mediasi berpikir kritis (b = 0,079; p = 0,025), sebuah temuan yang menegaskan pentingnya mengintegrasikan ketiga keterampilan kognitif tersebut dalam desain pembelajaran berbasis proyek.

Dalam ranah pembelajaran sains, berpikir kritis dan metakognisi merupakan kecakapan esensial yang menopang pemahaman konsep, proses inkuiri, serta pengambilan keputusan ilmiah (Maor et al., 2023; Wichadee, 2014). Metakognisi sendiri didefinisikan sebagai kesadaran dan kapasitas individu untuk memahami, mengendalikan, serta memanipulasi proses kognitifnya sendiri (Flavell, dalam Pintrich, 2002), suatu kemampuan yang memungkinkan peserta didik tumbuh menjadi pembelajar yang lebih mandiri dan reflektif (Chick, Vanderbilt University, dalam SpacesEdu, 2023).

Hasil wawancara dan angket yang dihimpun dari peserta didik di Madrasah Aliyah Al-Hikmah memperlihatkan adanya kendala dalam mempelajari Biologi, khususnya pada materi sistem ekskresi. Sumber belajar yang tersedia masih terbatas pada buku teks konvensional dengan tampilan padat teks dan visualisasi yang cenderung abstrak. Kondisi demikian menyulitkan peserta didik dalam memproses informasi secara kognitif, yang pada gilirannya berimplikasi pada rendahnya pemahaman konsep dan terbatasnya kapasitas pengambilan keputusan. Peserta didik pun mengungkapkan harapan akan tersedianya media pembelajaran yang kontekstual dan dapat diakses secara fleksibel guna mendukung proses belajar mereka.

Sayangnya, praktik pembelajaran biologi di banyak sekolah masih didominasi pendekatan konvensional, seperti metode ceramah dan pemanfaatan buku teks statis yang kurang memadai untuk menumbuhkan keterampilan berpikir tingkat tinggi. Kondisi ini sejalan dengan sejumlah penelitian yang melaporkan rendahnya capaian berpikir kritis peserta didik dalam pembelajaran ilmu pengetahuan alam maupun biologi tatkala hanya mengandalkan media pembelajaran tradisional tanpa pengalaman interaktif.

Kajian pendidikan kontemporer menggarisbawahi bahwa pembelajaran yang

memberi ruang bagi peserta didik untuk secara aktif mengelola proses berpikirnya (metakognisi) sekaligus terlibat langsung dalam konteks nyata cenderung menghasilkan pemahaman yang lebih mendalam dan bermakna (Mursidi et al., 2022). Pasquinelli dan Bronner (2021), dalam laporan pendidikan nasional Prancis, merekomendasikan pentingnya menjadikan proses refleksi sebagai sesuatu yang eksplisit, antara lain dengan mengajak peserta didik mencermati strategi berpikir yang digunakan orang lain sebagai pemicu pengembangan metakognisi.

Pemanfaatan teknologi digital, khususnya Augmented Reality (AR), dalam pembelajaran menyimpan potensi transformatif untuk menjembatani kesenjangan antara praktik pembelajaran konvensional dan tuntutan pedagogis abad ke-21 (Tene et al., 2024; Zhao et al., 2023). AR memungkinkan penyajian konten yang interaktif dan kontekstual dengan dukungan visualisasi yang kuat, sehingga membantu peserta didik memahami konsep-konsep abstrak melalui representasi visual sekaligus pengalaman belajar yang lebih menarik (Zhou et al., 2020).

Tinjauan sistematis yang dilakukan Tene et al. (2024) terhadap publikasi rentang tahun 2002 hingga 2023 mengonfirmasi peningkatan signifikan jumlah publikasi terkait AR dalam pendidikan STEM, dengan puncak pada periode 2020-2021; tinjauan ini menyimpulkan bahwa AR berkontribusi terhadap peningkatan motivasi belajar, keterlibatan peserta didik, serta penguatan keterampilan melalui pengalaman yang imersif dan interaktif. Sejalan dengan itu, tinjauan oleh Sun et al. (2023) terhadap 117 artikel terbitan 2010-2022 mengidentifikasi bahwa teknologi AR berbasis ponsel pintar/tablet merupakan modalitas yang paling lazim digunakan dalam pembelajaran STEM jenjang K-12, dengan konsentrasi terbesar pada pembelajaran sains.

Secara lebih spesifik dalam ranah pendidikan biologi, sejumlah penelitian melaporkan bahwa AR mampu menciptakan suasana belajar yang lebih dinamis. Zhou et al. (2020), misalnya, mengembangkan perangkat virtual dan augmented reality untuk simulasi mikroskop biologis dalam pendidikan eksperimental yang terbukti memperkuat pemahaman konsep-konsep kompleks. Penelitian eksperimental lain pada konteks pendidikan STEM menunjukkan bahwa

implementasi AR di kelas mampu meningkatkan keterlibatan belajar, pemahaman konsep, sekaligus mendorong kolaborasi lintas disiplin (Huri et al., 2024). Meskipun demikian, adopsi AR dalam praktik pembelajaran masih relatif terbatas, terutama disebabkan oleh kendala teknis, kesiapan guru, keterbatasan infrastruktur, serta hambatan finansial dalam mengintegrasikannya ke dalam model pembelajaran yang efektif (Meccawy, 2023).

Model Problem Based Learning (PBL) dikenal luas sebagai strategi instruksional yang efektif dalam menumbuhkan keterampilan berpikir kritis dan kecakapan berpikir tingkat tinggi, sebab model ini menempatkan peserta didik pada situasi masalah nyata yang menuntut investigasi dan refleksi. Tinjauan sistematis mutakhir menunjukkan bahwa PBL mendorong berpikir kritis melalui sejumlah mekanisme, antara lain pembelajaran kontekstual yang mendorong integrasi pengetahuan, fasilitasi yang menopang metakognisi, serta kolaborasi sebaya yang memfasilitasi dialog reflektif (Schmidt et al., 2007, sebagaimana dikutip dalam Frontiers, 2023).

Analisis terhadap adaptasi PBL yang berorientasi pada penguatan berpikir kritis mengidentifikasi sembilan faktor kunci keberhasilan, yaitu pembelajaran mandiri, aktivitas yang terkait langsung dengan berpikir kritis, interaksi, keterampilan pemecahan masalah, aktivitas metakognitif, pembelajaran autentik, atmosfer belajar yang positif, efikasi diri, serta peran guru yang suportif (Frontiers, 2023). Penelitian kuasi-eksperimental Tursynkulova et al. (2023) di Kazakhstan turut membuktikan bahwa PBL secara signifikan meningkatkan keterampilan kognitif, meliputi berpikir kritis, pemecahan masalah, penalaran logis, kreativitas, dan pengambilan keputusan,,dalam konteks pemecahan masalah konstruksi geometri.

Selanjutnya, meta-analisis terbaru mengonfirmasi bahwa PBL memberikan dampak positif dan signifikan terhadap seluruh dimensi keterampilan abad ke-21, dengan pengaruh terkuat pada berpikir kritis, diikuti oleh kolaborasi, kreativitas, dan komunikasi. Kajian terhadap penerapan PBL dan kemampuan metakognisi dalam pembelajaran matematika di Indonesia periode 2015-2024 turut menegaskan bahwa

PBL merupakan pendekatan yang efektif untuk mendorong partisipasi aktif, kemandirian berpikir, serta kesadaran peserta didik terhadap proses belajarnya sendiri.

Flipbook digital hadir sebagai inovasi media pembelajaran yang memadukan beragam bentuk media berupa teks, gambar, animasi, dan video, sehingga berpotensi memperkuat interaktivitas dan keterlibatan peserta didik dalam proses belajar. Ramdani et al. (2023) menemukan bahwa flipbook mendorong perkembangan kognitif dengan menata materi secara sekuensial dan logis, sehingga memungkinkan pembelajar mengikuti alur belajar sesuai kecepatannya masing-masing.

Beragam kajian terkini turut menegaskan efektivitas media flipbook interaktif dalam mendongkrak motivasi dan keterlibatan belajar peserta didik, yang tercermin dari meningkatnya partisipasi dalam diskusi, keberanian bertanya, serta kemandirian belajar setelah penerapan media tersebut. Kombinasi fitur teks, gambar, video, dan animasi interaktif pada flipbook turut menciptakan suasana belajar yang menyenangkan sekaligus menumbuhkan motivasi intrinsik peserta didik.

Sejumlah penelitian tentang flipbook berbasis AR turut mengonfirmasi validitas dan kepraktisannya dalam pembelajaran sains, baik di jenjang dasar maupun menengah. Sabitri et al. (2024) menemukan bahwa flipbook berbasis AR mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kolaborasi peserta didik SMK, dengan skor validasi rata-rata sebesar 93,5 persen yang tergolong sangat valid. Penelitian lain dengan pendekatan R&D model ADDIE turut melaporkan bahwa media flipbook interaktif efektif meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik sekolah dasar pada materi rotasi dan revolusi bumi.

Elvianasti et al. (2023) mengembangkan media flipbook yang terintegrasi dengan pendekatan etnosains pada materi klasifikasi makhluk hidup, yang terbukti memperkaya pengalaman belajar sekaligus membantu peserta didik mengingat materi dengan lebih baik. Sementara itu, Mahendri et al. (2023) mengembangkan e-modul berbasis flipbook interaktif untuk pembelajaran algoritma dan dasar-dasar pemrograman, dengan fitur multimedia yang terbukti memperkuat keterlibatan dan

pemahaman mahasiswa.

Meskipun demikian, mayoritas kajian yang ada masih berfokus pada kelayakan media dan capaian hasil belajar konseptual, sementara dampaknya terhadap keterampilan berpikir kritis dan metakognitif secara simultan belum banyak dieksplorasi, apalagi dalam desain eksperimen yang kuat dengan kelompok kontrol yang valid.

Sekalipun terdapat sejumlah penelitian yang melaporkan efek positif integrasi AR, PBL, dan flipbook terhadap keterampilan berpikir kritis secara parsial, masih terbuka sejumlah celah penting dalam literatur. Pertama, penelitian yang menggabungkan secara holistik media flipbook interaktif berbasis AR, model PBL, dan pengukuran metakognisi peserta didik dalam konteks pembelajaran biologi, dengan desain eksperimen komparatif yang valid, masih relatif terbatas. Kedua, mayoritas kajian masih berkutat pada peningkatan kemampuan berpikir kritis semata atau validitas media, namun belum menguji secara komprehensif bagaimana media interaktif berbasis AR yang dipadukan dengan PBL dapat memfasilitasi penguatan kemampuan berpikir tingkat tinggi, termasuk regulasi diri dan kemampuan metakognitif, dibandingkan dengan pembelajaran konvensional. Kajian yang menelaah hubungan antara metakognisi dan berpikir kritis dalam tatanan PBL pun masih terbatas.

Ketiga, penelitian tentang integrasi AR dengan PBL untuk mengembangkan soft skills dan technical skills secara simultan di jenjang sekolah menengah masih jarang dilakukan (STELAR Project, 2023). Demikian pula, kajian longitudinal mengenai dampak eksperimen atau inkuiri dalam lingkungan imersif terhadap pembelajaran STEM peserta didik K-12 masih diperlukan (Sun et al., 2023).

Sebagai upaya menjawab kesenjangan tersebut, penelitian ini mengimplementasikan flipbook interaktif berbasis PBL yang terintegrasi dengan Augmented Reality (AR) untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan metakognitif peserta didik kelas XI MA Al-Hikmah Cirebon. Integrasi AR pada flipbook memungkinkan tumpang-susun (overlay) informasi digital ke dalam lingkungan nyata, sehingga peserta didik dapat berinteraksi dengan materi secara

lebih imersif dan bermakna — mendorong visualisasi konsep abstrak, memperkuat keterlibatan aktif, serta memfasilitasi pembelajaran kolaboratif yang esensial bagi pengembangan soft skills (Sabitri, Rahayu, & Meirawan, 2024). Model PBL yang disisipkan ke dalam flipbook AR diharapkan menyediakan scaffolding bagi pembelajaran mandiri, aktivitas metakognitif, dan pengalaman belajar autentik yang memfasilitasi konstruksi pengetahuan peserta didik melalui permasalahan dunia nyata. Melalui implementasi pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dengan desain kuasi-eksperimental, penelitian ini bermaksud mengevaluasi pengaruh media tersebut terhadap keterampilan berpikir kritis dan metakognitif peserta didik, sehingga diharapkan memberi kontribusi empiris bagi pengembangan teori dan praktik pendidikan biologi di Indonesia.

Urgensi penelitian ini cukup tinggi, mengingat sistem pembelajaran masa kini perlu dirancang ulang agar mampu menghadirkan pengalaman belajar yang interaktif dan bermakna bagi generasi digital, terutama pada mata pelajaran biologi yang sarat konsep abstrak dan memerlukan dukungan visual untuk memperkaya proses pemahaman. Pengembangan media pembelajaran yang memadukan model PBL dan AR diharapkan tidak hanya mendongkrak motivasi dan pemahaman konseptual, tetapi juga menumbuhkan keterampilan berpikir kritis serta kemampuan metakognitif peserta didik secara signifikan, selaras dengan tuntutan transformasi pendidikan di era Society 5.0.

Hasil observasi awal di kelas XI MA Al-Hikmah Cirebon menunjukkan bahwa 68 persen peserta didik mengalami kesulitan memahami mekanisme sistem ekskresi, terutama pada tahapan filtrasi, reabsorpsi, dan augmentasi. Selain itu, hasil tes diagnostik mengindikasikan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik masih berada pada kategori rendah, dengan rerata nilai 52,4. Temuan tersebut menegaskan perlunya inovasi pembelajaran berbasis visual-interaktif yang mampu memfasilitasi konstruksi konsep abstrak sekaligus menumbuhkan kemampuan berpikir tingkat tinggi.

Penelitian ini bertujuan merancang, mengembangkan, dan mengimplementasikan flipbook interaktif berbasis Augmented Reality sebagai media pembelajaran biologi. Kerangka pengembangan ini didasarkan pada

kebutuhan untuk menghadirkan pengalaman belajar yang kontekstual dan interaktif, sekaligus mendorong penguatan berpikir kritis yang relevan dengan tuntutan abad ke-21 serta keterampilan metakognitif peserta didik, khususnya di Madrasah Aliyah Al-Hikmah Cirebon.

1.1 Rumusan Masalah

Berlandaskan uraian konteks penelitian yang telah dipaparkan sebelumnya, kajian ini mengangkat sejumlah pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1) Bagaimana kualitas flipbook interaktif berbasis Augmented Reality pada materi sistem ekskresi ?
2) Apakah flipbook interaktif berbasis Augmented Reality berpengaruh terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa ?
3) Apakah flipbook interaktif berbasis Augmented Reality berpengaruh terhadap peningkatan keterampilan metakognitif siswa ?
4) Apakah terdapat Hubungan kemampuan berpikir kritis dan keterampilan metakognitif siswa?
5) Bagaimana respon siswa terhadap implementasi flipbook interaktif berbasis Augmented Reality dalam dalam pembelajaran Biologi materi sistem ekskresi ?

1.2 Batasan Masalah

Guna menjaga keteraturan dan kedalaman kajian, penelitian ini dibatasi pada aspek-aspek berikut:

1. Fokus penelitian diarahkan pada proses perancangan dan penerapan media flipbook interaktif yang memanfaatkan teknologi *Augmented Reality* melalui platform Assemblr EDU, sebuah platform yang menawarkan fleksibilitas modifikasi konten sesuai kebutuhan instruksional.
2. Cakupan materi pembelajaran dibatasi secara spesifik pada tema sistem ekskresi dalam mata pelajaran Biologi jenjang kelas XI MIA pada semester genap.
3. Populasi dan sampel penelitian mencakup peserta didik kelas XI MIPA di Madrasah Aliyah Al Hikmah Cirebon.
4. Pengukuran kemampuan berpikir kritis dilakukan melalui instrumen tes yang dikonstruksi berdasarkan indikator berpikir kritis menurut Ennis.

5. Pengukuran keterampilan metakognitif mengacu pada *Metacognitive Awareness Inventory* (MAI) yang dikembangkan oleh Schraw dan Dennison.
6. Desain penelitian yang digunakan adalah kuasi-eksperimen dengan pola *pretest-posttest control group*, yang dilaksanakan dalam empat sesi pertemuan pembelajaran.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk:

1) Menganalisis kualitas flipbook interaktif berbasis Augmented Reality pada materi sistem ekskresi
2) Menganalisis pengaruh penggunaan flipbook interaktif berbasis Augmented Reality terhadap keterampilan berpikir kritis
3) Menganalisis pengaruh penggunaan flipbook interaktif berbasis Augmented Reality terhadap keterampilan metakognitif siswa
4) Menganalisis hubungan antara kemampuan berpikir kritis dengan keterampilan metakognitif siswa
5) Mendeskripsikan respon siswa terhadap implementasi Flipbook berbasis Augmented Reality dalam pembelajaran Biologi

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat Teoritis

Secara konseptual, penelitian ini diharapkan mampu memperluas wawasan keilmuan di bidang pendidikan biologi, terutama dalam hal integrasi *problem-based learning*, media pembelajaran interaktif, dan teknologi *Augmented Reality* sebagai instrumen pengembangan kemampuan kognitif tingkat tinggi. Lebih jauh, temuan penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan nyata bagi pengembangan media digital serta memperkaya literatur pedagogis dalam bidang biologi berbasis teknologi.

Manfaat Praktis

1. Bagi Pendidik**,** penelitian ini dapat menjadi acuan pengembangan model dan media pembelajaran inovatif yang mendukung peningkatan mutu pembelajaran biologi secara berkelanjutan.
2. Bagi Peserta Didik**,** penelitian ini diharapkan mampu memfasilitasi tumbuhnya

kemampuan berpikir kritis dan kesadaran metakognitif melalui pengalaman belajar yang bersifat interaktif dan kontekstual.

3. Bagi Institusi Pendidikan**,** hasil penelitian ini dapat dijadikan landasan kebijakan dalam pengembangan ekosistem pembelajaran berbasis teknologi yang relevan dengan tuntutan kompetensi abad ke-21.

4. Bagi Peneliti Berikutnya, penelitian ini dapat berfungsi sebagai referensi ilmiah dan pijakan metodologis dalam pengembangan media pembelajaran serta perancangan riset lanjutan yang berkaitan.