

**PENGARUH MODEL *DISCOVERY LEARNING* TERIMPLEMENTASI
DEEP LEARNING BERBANTUAN MEDIA *AUGMENTED REALITY*
TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA
SMA PADA MATERI EKOSISTEM**

(Skripsi)

Oleh

**AZROFA HANNY HASTIKA
NPM. 2213024017**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

**PENGARUH MODEL *DISCOVERY LEARNING* TERIMPLEMENTASI
DEEP LEARNING BERBANTUAN MEDIA *AUGMENTED REALITY*
TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA
SMA PADA MATERI EKOSISTEM**

Oleh

Azrofa Hanny Hastika

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PENDIDIKAN**

Pada

**Program Studi Pendidikan Biologi
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

UNIVERSITAS LAMPUNG

BANDAR LAMPUNG

2026

ABSTRAK

PENGARUH MODEL *DISCOVERY LEARNING* TERIMPLEMENTASI *DEEP LEARNING* BERBANTUAN MEDIA *AUGMENTED REALITY* TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA PADA MATERI EKOSISTEM

Oleh

Azrofa Hanny Hastika

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh model *Discovery Learning* terimplementasi *Deep Learning* berbantuan media *Augmented Reality* terhadap keterampilan berpikir kritis siswa SMA pada materi ekosistem di SMA Negeri 6 Bandar Lampung. Penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui tanggapan peserta didik terhadap penerapan model pembelajaran tersebut. Desain penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu kuasi eksperimen dengan bentuk *non-equivalent control group design*. Sampel penelitian terdiri atas dua kelas yang berjumlah 60 peserta didik dan dipilih melalui teknik *purposive sampling* berdasarkan kesetaraan kemampuan awal dan karakteristik kelas. Data penelitian berupa data kuantitatif yang diperoleh dari hasil *pretest* dan *posttest* keterampilan berpikir kritis serta angket tanggapan peserta didik. Analisis data dilakukan menggunakan uji *independent sample t-test* setelah memenuhi uji prasyarat normalitas dan homogenitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat pengaruh signifikan dengan nilai signifikansi ($p < 0,05$). Rata-rata *N-Gain* kelas eksperimen sebesar 0,69 (kategori sedang) lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol sebesar 0,31. Indikator tertinggi dicapai pada indikator Inferensi dengan *N-Gain* 0,72 sedangkan indikator terendah pada pengaturan diri dengan *N-Gain* 0,35. Selain itu, rata-rata skor tanggapan peserta didik secara keseluruhan mencapai 89,70% (hampir semua setuju). Uji *Effect Size* sebesar 3,62 menunjukkan bahwa model ini memberikan pengaruh dalam kategori besar. Dengan demikian model *Discovery Learning* terimplementasi *Deep Learning* berbantuan media *Augmented Reality* berpengaruh secara signifikan terhadap keterampilan berpikir kritis siswa SMA pada materi ekosistem.

Kata Kunci: *Augmented Reality*, Berpikir Kritis, *Deep Learning*, *Discovery Learning*, Ekosistem

ABSTRACT

THE EFFECT OF THE DISCOVERY LEARNING MODEL IMPLEMENTED WITH DEEP LEARNING ASSISTED BY AUGMENTED REALITY MEDIA ON HIGH SCHOOL STUDENTS' CRITICAL THINKING SKILLS IN ECOSYSTEM MATERIALS

By

Azrofa Hanny Hastika

This study aims to determine the effect of the Discovery Learning model implemented with Deep Learning assisted by Augmented Reality media on the critical thinking skills of high school students in the ecosystem material at SMA Negeri 6 Bandar Lampung. This study also aims to find out students' responses to the implementation of this learning model. The research design used in this study was a quasi-experiment with a non-equivalent control group design. The research sample consisted of two classes totaling 60 students and was selected using a purposive sampling technique based on the equality of initial ability and class characteristics. The research data consisted of quantitative data obtained from the results of pretests and posttests of critical thinking skills as well as student response questionnaires. Data analysis was carried out using an independent sample t-test after meeting the requirements of normality and homogeneity tests. The research results show that there is a significant effect with a significance value ($p < 0.05$). The average N-Gain of the experimental class was 0.69 (medium category), higher than the control class at 0.31. The highest indicator was achieved in the Inference indicator with an N-Gain of 0.72, while the lowest indicator was in self-regulation with an N-Gain of 0.35. In addition, the overall average response score of the students reached 89.70% (almost all agree). The Effect Size test of 3.62 indicates that this model has a large effect. Thus, the Discovery Learning model implemented with Deep Learning assisted by Augmented Reality media has a significant effect on high school students' critical thinking skills on ecosystem material.

Keywords: *Augmented Reality, Critical Thinking, Deep Learning, Discovery Learning, Ecosystem*

Judul Skripsi

: PENGARUH MODEL *DISCOVERY LEARNING* TERIMPLEMENTASI *DEEP LEARNING* BERBANTUAN MEDIA *AUGMENTED REALITY* TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA PADA MATERI EKOSISTEM

Nama Mahasiswa

: Agrofa Hanny Hastika

Nomor Pokok Mahasiswa

: 2213024017

Program Studi

: Pendidikan Biologi

Jurusan

: Pendidikan MIPA

Fakultas

: Keguruan dan Ilmu Pendidikan



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Rini Rita T. Marpaung, S.Pd., M.Pd

NIP 19770715 200801 2 020

Dian Ratna Sari, S.Pd., M.Pd.

NIP 199604 26202406 2 001

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

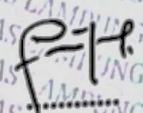
Dr. Nuchandrawati, M.Pd.

NIP 19670808 199103 2 001

MENGESAHKAN

1. **Tim Penguji**
Ketua

: Rini Rita T. Marpaung, S.Pd., M.Pd.



Sekretaris

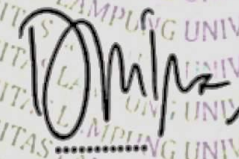
: Dian Ratna Sari, S.Pd., M.Pd.



Penguji

Bukan Pembimbing

: Dr. Dina Maulina, M.Si.



Dekan Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan



: Albet Maydiantoro, S.Pd., M.Pd.
NIP.19870504 201404 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 23 Juni 2026

PERNYATAAN SKRIPSI MAHASISWA

Yang bertandatangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Azrofa Hanny Hastika
Nomor Pokok Mahasiswa : 2213024017
Program Studi : Pendidikan Biologi
Jurusan : Pendidikan MIPA

Dengan ini, saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan saya, tidak ada karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata kelak dikemudian hari terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka saya akan bertanggungjawab sepenuhnya.

Bandar Lampung, 23 Juni 2026

Yang Menyatakan



Azrofa Hanny Hastika
NPM 2213024017

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Azrofa Hanny Hastika. Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 27 Mei 2004 merupakan anak pertama dari tiga bersaudara, putri dari Bapak Haidir, A.Md. dengan Ibu Yuni, S.Sos.i. Penulis beralamat di Jalan Sultan Demak Kuaso No 38, Kelurahan Kota Alam, Kecamatan Kotabumi Selatan, Kabupaten Lampung Utara, Provinsi Lampung.

Penulis mengawali pendidikan di SD Negeri 4 Tanjung Aman pada tahun (2010-2016), SMP Negeri 7 Kotabumi pada tahun (2016-2019), dan SMA Negeri 3 Kotabumi pada tahun (2019-2022). Pada tahun 2022 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Pendidikan Biologi Universitas Lampung melalui jalur SNMPTN. Pada tahun 2025, penulis melaksanakan program kuliah kerja nyata (KKN Kampus Merdeka-Merdeka Belajar) dan pengenalan lingkungan persekolahan (PLP) di Desa Panca Karsa Purna Jaya, Kecamatan Banjar Baru, Kabupaten Tulang Bawang, Provinsi Lampung.

Selain menempuh pendidikan di Program Studi Pendidikan Biologi, penulis aktif mengikuti berbagai organisasi kampus. Penulis pertama kali bergabung sebagai anggota Koperasi Mahasiswa, kemudian melanjutkan ke Himpunan Mahasiswa Eksakta (Himasakta) pada Divisi Sosial dan Hubungan Masyarakat. Selanjutnya, penulis juga aktif dalam Forum Mahasiswa Pendidikan Biologi (Formandibula) sebagai anggota Divisi Kaderisasi serta terlibat dalam berbagai kepanitiaan yang diselenggarakan oleh organisasi tersebut. Selain itu, penulis memiliki pengalaman sebagai Komisi Disiplin Formandibula serta menjadi Asisten Praktikum Mata Kuliah Fisiologi Hewan pada tahun 2025.

MOTTO

"Allah tidak mengatakan hidup ini mudah. Tetapi Allah berjanji, bahwa
sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan "

(Q.S. Al-Insyirah: 5-6)

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya”

(Q.S Al-Baqarah: 286)

"Takdir milik Allah, tapi usaha dan do'a milik kita. Terus berdo'a sampai
Bismillah menjadi Alhamdulillah"

(QS. Al-Ghafir: 60)

“Keberhasilan bukanlah milik orang pintar, melainkan milik mereka yang
senantiasa berusaha.”

(B.J Habibie)

PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji bagi Allah SWT atas rahmat dan nikmat yang tak terhitung kepada penulis dalam mengerjakan skripsi ini, sehingga penulis sampai pada tahap ini. Sholawat serta salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW. Saya persembahkan karya ini sebagai tanda bakti dan cinta kasih kepada:

Kedua Orang Tuaku

Ayah Haidir dan Umi Yuni

Dua sosok yang paling aku cintai dalam hidupku. Terima kasih karena dengan tulus telah merawatku dan membesarkanku dengan penuh cinta. Didikan, semangat, motivasi yang terus menguatkanmu serta doa yang tiada hentinya diucapkan untuk keberhasilanku. Semoga Allah senantiasa menjaga ayah dan umi, melimpahkan kesehatan, kebahagiaan, dan umur panjang, serta membalas setiap doa dan pengorbanan ayah dan umi dengan sebaik-baik balasan.

Adik-adikku

Terimakasih telah berbagi canda dan tawa dan memberi semangat di kala lelah. Semoga skripsi ini menjadi motivasi untuk kalian. Mari bekerjasama untuk kebahagiaan ayah dan umi tercinta.

Para Pendidik (Guru dan Dosen)

Terima kasih atas bimbingan, ilmu, dan nasihat yang telah memberikan pembelajaran berharga selama pendidikan dan pengalaman hidupku. Jasamu sangat berarti di hidupku.

Almamater Tercinta, Universitas Lampung

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul “Pengaruh Model *Discovery Learning* Terimplementasi *Deep Learning* Berbantuan *Augmented Reality* terhadap keterampilan berpikir kritis siswa SMA pada materi ekosistem” dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa penulis sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah membawa umat manusia dari masa kegelapan menuju era ilmu pengetahuan. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Program Studi Pendidikan Biologi, pada Jurusan Pendidikan MIPA, Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, serta bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Albet Maydiantoro, M.Pd., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung;
2. Ibu Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku Ketua Jurusan PMIPA FKIP Universitas Lampung;
3. Ibu Rini Rita T. Marpaung, S.Pd, M.Pd., selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Biologi sekaligus selaku pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membimbing, memberikan perhatian, motivasi, semangat, serta saran dan masukkan dalam proses penyelesaian skripsi ini;
4. Ibu Dian Ratna Sari, S.Pd., M.Pd., selaku pembimbing II yang telah membimbing, memberikan waktu, memberikan perhatian, memberikan masukan, serta motivasi dalam penulisan skripsi ini;

5. Ibu Dr. Dina Maulina, M.Si. selaku dosen pembahas yang telah bersedia memberikan masukan dan saran perbaikan yang sangat berharga, sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik;
6. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Program Studi atas motivasi, ilmu dan bantuan yang telah diberikan selama perkuliahan;
7. Ibu Nurlia, S.Pd. selaku guru pengampu mata pelajaran biologi kelas X yang telah memberi izin, semangat dan dukungan pada proses penelitian serta siswa-siswi kelas X.7 dan X.9 atas kerjasama dalam membantu penulis selama melakukan penelitian;
8. Teman-teman Pendidikan Biologi 2022, keluarga *Galilea* dan khususnya sahabat seperjuanganku, (Elvira, Ariqah, Jihan, Salsa, Aisyah, Shafa, Alda, Regina, Ratna, Kholipah, Naila, & Zahra) yang telah menjadi bagian dari perjalanan selama masa perkuliahan. Terima kasih atas kebersamaan, dukungan dan cerita selama ini.
9. Terima kasih banyak pada semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu yang telah memberikan bantuan, dukungan, serta doa hingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Besar harapan penulis semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak yang membacanya.

Bandar Lampung, 23 Juni 2026

Penulis,

Azrofa Hanny Hastika

NPM 2213024017

DAFTAR ISI

Halaman

COVER	i
SAMPUL	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
PERSETUJUAN	v
PENGESAHAN	vi
PERNYATAAN SKRIPSI	vii
RIWAYAT HIDUP	viii
MOTTO	ix
PERSEMBAHAN	x
SAN WACANA	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang dan Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah.....	7
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	8
II. TINJAUAN PUSTAKA	10
2.1 Model <i>Discovery Learning</i>	10
2.2 <i>Deep Learning</i>	13
2.3 <i>Augmented Reality (AR)</i>	16
2.4 <i>Assemblr Edu</i>	19
2.5 Keterampilan Berpikir Kritis.....	20
2.6 Materi Komponen Ekosistem dan Interaksinya.....	23
2.7 Kerangka Pikir Penelitian	24
2.8 Hipotesis Penelitian	26
III. METODE PENELITIAN	27
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	27
3.2 Populasi dan sampel penelitian	27
3.3 Desain Penelitian	27

3.4	Prosedur Penelitian	28
3.5	Jenis dan Teknik Pengumpulan Data	30
3.6	Uji Prasyarat Instrumen Penelitian	31
3.7	Teknik Analisis Data	33
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	39
4.1	Hasil Penelitian	39
4.1.1	Keterampilan Berpikir Kritis	39
4.1.2	Tanggapan Peserta Didik	43
4.2	Pembahasan	45
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	65
5.1	Kesimpulan	65
5.2	Saran	65
	DAFTAR PUSTAKA	66
	LAMPIRAN	72

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Keluasan dan Kedalaman Materi Komponen Ekosistem dan Interaksinya	23
2. Desain Penelitian <i>Non Equivalent Control Group Design</i>	28
3. Kriteria Penilaian <i>Skala Likert</i>	31
4. Lembar Validasi Ahli	32
5. Kisi-Kisi Tes Keterampilan Berpikir Kritis	33
6. Kriteria Uji <i>N-Gain</i>	35
7. Kriteria Interpretasi Nilai <i>Effect Size</i>	36
8. Kriteria Interpretasi Tanggapan Peserta Didik	38
9. Hasil Uji Statistik Keterampilan Berpikir Kritis	40
10. Hasil Uji <i>Effect Size</i> Keterampilan Berpikir Kritis	42
11. Tanggapan Peserta Didik Mengenai Pembelajaran Dengan <i>Model Discovery Learning</i> terimplementasi <i>Deep Learning</i> Berbantuan <i>Augmented Reality</i> Terhadap Berpikir Kritis	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka <i>Deep Learning</i>	14
2. Kerangka Pikir Penelitian	26
3. Grafik Perbedaan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol.....	41
4. Hasil jawaban LKPD indikator <i>stimulation</i>	49
5. Hasil jawaban LKPD indikator identifikasi masalah.....	51
6. Hasil jawaban LKPD indikator <i>data collection</i>	53
7. Hasil jawaban LKPD indikator pengolahan data	55
8. Hasil jawaban LKPD indikator verifikasi	57
9. Hasil jawaban LKPD indikator menarik kesimpulan.....	59
10. Jawaban <i>postest</i> kelas kontrol dan eksperimen indikator inferensi	61
11. Jawaban <i>postest</i> kelas kontrol dan eksperimen indikator interpretasi.....	62

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran

1. Alur Tujuan Pembelajaran	73
2. Kisi-Kisi Soal <i>Pretest-Posttest</i>	77
3. Soal <i>Pretest-Posttest</i>	88
4. Modul Ajar (Eksperimen)	92
5. Modul Ajar (Kontrol).....	103
6. Angket Tanggapan Peserta Didik	112
7. LKPD Kelas Eksperimen	114
8. LKPD Kelas Kontrol.....	130
9. Media Pembelajaran <i>Augmented Reality</i>	145
10. Hasil Tes Kelas Eksperimen	148
11. Hasil Tes Kelas Kontrol	149
12. Hasil <i>Pretest</i> Keterampilan Berpikir Kritis Kelas Eksperimen.....	150
13. Hasil <i>Posttest</i> Keterampilan Berpikir Kritis Kelas Eksperimen	152
14. Hasil <i>Pretest</i> Keterampilan Berpikir Kritis Kelas Kontrol	154
15.. Hasil <i>Pretest</i> Keterampilan Berpikir Kritis Kelas Kontrol	156
16. Hasil Angket Tanggapan Peserta Didik	158
17. Hasil Uji Statistik	159
18. Hasil Uji <i>Independent Samples T-Test</i> Kelas Eksperimen dan Kontrol	161
19. Hasil Perhitungan <i>Effect Size</i>	162
20. Dokumentasi Penelitian	164

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang dan Masalah

Indonesia saat ini telah memasuki abad ke-21 yang sering disebut sebagai era revolusi industri atau era digitalisasi, di mana ilmu pengetahuan dan teknologi semakin berkembang pesat. Kondisi ini menuntut adanya keterampilan pada sumber daya manusia yang mampu beradaptasi dengan perkembangan global. Beberapa keterampilan abad 21 meliputi *communication, collaboration, critical thinking, creative thinking, computational logic, compassion, dan civic responsibility* (Junaidi, & Wulandari, 2020). Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi pada abad ini menuntut sumber daya manusia yang memiliki kemampuan berpikir tingkat tinggi untuk menghadapi tantangan global di berbagai bidang kehidupan. Dunia pendidikan berperan penting dalam menyiapkan peserta didik agar mampu menganalisis masalah, mengambil keputusan, serta memecahkan persoalan secara ilmiah melalui pembelajaran yang menekankan pengembangan keterampilan berpikir kritis (Dewi, 2019). Oleh karena itu, berpikir kritis menjadi salah satu kompetensi utama yang harus diimplementasikan dalam kurikulum pada kegiatan pembelajaran di semua jenjang pendidikan serta dijadikan indikator kualitas pembelajaran peserta didik (Alsaleh, 2020).

Dalam upaya mendukung pengembangan keterampilan tersebut, pemahaman mengenai konsep berpikir kritis menjadi hal yang sangat penting. Berpikir kritis merupakan suatu proses intelektual yang melibatkan kemampuan untuk mengonseptualisasikan, menerapkan, menganalisis, mensintesis, dan mengevaluasi informasi yang diperoleh melalui observasi, pengalaman, refleksi, penalaran, maupun komunikasi sebagai dasar dalam menentukan

keyakinan dan mengambil tindakan yang tepat. (Lismaya, 2019). Di era globalisasi dan digitalisasi, kemampuan berpikir kritis menjadi keterampilan yang sangat dibutuhkan agar siswa mampu menghadapi berbagai tantangan kompleks, termasuk perubahan lingkungan, perkembangan teknologi, dan permasalahan sosial. Dalam konteks pembelajaran biologi, kemampuan berpikir kritis menjadi semakin penting karena biologi mempelajari fenomena kehidupan yang bersifat kompleks, dinamis, dan saling berkaitan. Peserta didik tidak hanya dituntut untuk menghafal konsep, tetapi juga memahami hubungan sebab–akibat antar fenomena biologis serta dampaknya terhadap kehidupan dan lingkungan. Melalui berpikir kritis, peserta didik mampu menganalisis konsep biologi secara mendalam, menghubungkan berbagai konsep yang dipelajari, serta menerapkannya untuk memecahkan permasalahan nyata, seperti isu lingkungan dan keberlanjutan ekosistem (Dwi Nugraheni Rositawati, 2018).

Berdasarkan fenomena rendahnya kemampuan berpikir kritis peserta didik di tingkat global tercermin jelas dari hasil tes PISA 2022 yang dipublikasikan oleh (OECD, 2023). Skor rata-rata peserta didik Indonesia pada bidang sains hanya mencapai 383, sebuah angka yang menempatkan Indonesia pada peringkat ke-71 dari 80 negara. Rendahnya kemampuan ini secara umum disebabkan oleh beberapa faktor dalam proses pembelajaran. Faktor-faktor tersebut meliputi metode pembelajaran yang masih berpusat pada guru, minimnya penggunaan media interaktif, keterbatasan waktu untuk diskusi, dan kurangnya latihan soal yang menuntut pemecahan masalah. Faktor ini diperkuat oleh penelitian Nuri *et al.*, (2019) yang menjelaskan bahwa metode pembelajaran konvensional terbukti berkontribusi pada rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa, sehingga diperlukan model pembelajaran yang lebih aktif, kontekstual, dan berbasis teknologi untuk mengatasi permasalahan ini.

Berkaitan dengan hal tersebut peneliti telah melakukan observasi melalui wawancara dengan guru Biologi di SMA Negeri 6 Bandar Lampung dan menemukan bahwa pembelajaran yang selama ini diterapkan belum

seungguhnya efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Berdasarkan hasil wawancara, guru menyampaikan bahwa upaya pengembangan berpikir kritis telah dilakukan melalui pemberian pertanyaan dan diskusi kelas, namun penerapannya masih bersifat terbatas dan belum terstruktur secara sistematis. Kondisi tersebut dimungkinkan terjadi karena keterbatasan waktu pembelajaran serta penggunaan media pembelajaran yang belum sepenuhnya mendukung aktivitas eksploratif dan analitis peserta didik.

Kemampuan berpikir kritis ditunjukkan dari hasil tes yang diberikan peneliti kepada 30 siswa. Hasil tes menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa secara keseluruhan masih tergolong rendah. Dari total 30 siswa, hanya sekitar (27,5%) siswa yang mampu menunjukkan kemampuan berpikir kritis, sedangkan (72,5%) sisanya tergolong rendah. Rincian per indikator yaitu pada indikator interpretasi 9 siswa (30%) mampu menjawab dengan benar, indikator analisis 10 siswa (33,3%) mampu menjawab benar, indikator evaluasi 6 siswa (20%) mampu menjawab benar, indikator inferensi 5 siswa (16,7%) mampu menjawab benar, indikator penjelasan, 9 siswa (30 %) mampu memberikan jawaban tepat, dan indikator *self-regulation*, 5 siswa (16,7 %) mampu menunjukkan kemampuan mengendalikan pemikiran mereka. Temuan ini menegaskan bahwa mayoritas siswa masih kesulitan dalam menguasai semua aspek berpikir kritis. Kondisi ini juga sejalan dengan hasil wawancara guru mengenai pembelajaran yang dilaksanakan belum mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Kondisi rendahnya kemampuan berpikir kritis tersebut tidak terlepas dari tantangan spesifik dalam penguasaan materi ajar di sekolah. Materi ekosistem dipilih sebagai fokus utama, sebab hasil observasi awal dan wawancara dengan pendidik mengindikasikan bahwa materi ini memiliki tingkat kompleksitas yang relatif tinggi dibandingkan materi biologi lainnya. Kesulitan tersebut bersumber dari sifat konsep yang abstrak serta tuntutan untuk melakukan analisis mendalam mengenai keterkaitan keseimbangan antarkomponen ekosistem. Sebagaimana menurut Ulfita Sari *et al.* (2024) kompleksitas materi

ini terbukti menyebabkan sebagian peserta didik mengalami kesulitan dalam menguasai konsep secara komprehensif, sehingga turut berdampak negatif terhadap kemampuan berpikir kritis mereka.

Di samping kompleksitas materi, rendahnya kemampuan berpikir kritis peserta didik juga berkaitan dengan keterbatasan media pembelajaran yang digunakan. Media yang cenderung bersifat dua dimensi (2D) dan statis kurang mampu menghadirkan representasi fenomena Biologi yang dinamis, sehingga belum optimal dalam merangsang imajinasi serta kemampuan analisis peserta didik. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru mata pelajaran di sekolah, diketahui bahwa media pembelajaran yang dominan digunakan masih berupa buku cetak. Kondisi ini menyebabkan proses pembelajaran lebih banyak berlangsung secara satu arah. Selain itu, penggunaan media digital maupun media interaktif, seperti *Augmented Reality*, belum pernah diterapkan, sehingga kesempatan peserta didik untuk mengamati secara langsung, menganalisis, serta mengaitkan konsep dengan fenomena nyata menjadi terbatas.

Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam proses pembelajaran melalui pemanfaatan teknologi agar kualitas pembelajaran dapat meningkat dan selaras dengan perkembangan zaman. Inovasi tersebut dapat diwujudkan melalui pengembangan komponen pendukung pembelajaran, seperti media, metode, dan model pembelajaran yang lebih variatif dan interaktif. Media pembelajaran memiliki peran penting sebagai sarana yang membantu penyampaian materi secara lebih efektif dan efisien, sekaligus memperlancar komunikasi antara guru dan peserta didik. Secara umum, media pembelajaran dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu media dua dimensi, seperti buku, dan LKS. serta media tiga dimensi yang memungkinkan visualisasi atau virtualisasi objek ke dalam sistem computer (Puspitarini *et al.*, 2019).

Dalam konteks virtualisasi objek tiga dimensi, *Augmented Reality* (AR) merupakan teknologi mutakhir yang dapat mengkonversi benda maya (baik 2D maupun 3D) ke dalam lingkungan nyata secara *real-time* (Utami *et al.*, 2021).

Pemanfaatan AR yang dapat diakses melalui *mobile phone* berbasis Android sangat relevan dengan strategi pembelajaran era digital saat ini. Penggunaan AR sebagai media pembelajaran merupakan solusi yang efektif karena mampu membuat proses pembelajaran menjadi lebih interaktif dan menarik, yang pada akhirnya dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik (Retnaningtyas *et al.*, 2021). Oleh sebab itu, perlu dianalisis lebih lanjut mengenai dampak pemanfaatan media *Augmented Reality* terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Aspek media harus diimbangi dengan pemilihan model pembelajaran yang berpusat pada siswa dan dapat menstimulasi proses kognitif tingkat tinggi. Salah satu model yang relevan dengan tuntutan ini adalah Model *Discovery Learning*. Menurut (Oktaviani *et al.*, 2018) Model ini menekankan pada penemuan konsep secara mandiri oleh peserta didik melalui proses observasi, identifikasi, dan penyimpulan, sehingga mampu memfasilitasi pengembangan kemampuan berpikir kritis. Namun, agar proses penemuan ini lebih mendalam, terstruktur, dan adaptif terhadap kebutuhan individu, diperlukan peningkatan model dasar melalui integrasi dengan pendekatan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*), yaitu *Deep Learning*. Menurut pendapat Fatmawaty (2024) Dalam konteks pembelajaran, *Deep Learning* berfungsi sebagai sistem adaptif yang dapat menganalisis pola interaksi, kecepatan belajar, dan kesulitan konseptual yang dihadapi setiap siswa. Integrasi ini memungkinkan Model *Discovery Learning* untuk memberikan bimbingan yang dipersonalisasi, sumber belajar yang relevan secara otomatis, dan tantangan yang sesuai dengan tingkat kesiapan kognitif peserta didik, sehingga proses penemuan konsep menjadi lebih efektif dan terarah (Simanungkalit, 2025).

Secara khusus, materi ekosistem di SMA merupakan salah satu materi biologi yang menuntut peserta didik untuk memahami berbagai hubungan yang terjadi di lingkungan secara menyeluruh. Pada materi ini, peserta didik tidak hanya mempelajari konsep-konsep dasar, tetapi juga dituntut untuk mampu menghubungkan berbagai komponen dan fenomena yang saling berkaitan di

dalam ekosistem. Karakteristik materi yang bersifat kompleks, dinamis, dan banyak melibatkan proses serta keterkaitan antar konsep menyebabkan materi ekosistem sering dianggap sulit oleh peserta didik. Selain itu, pemahaman materi ini memerlukan kemampuan untuk mengamati, menganalisis, serta menarik kesimpulan berdasarkan fenomena yang terjadi di lingkungan (Utami *et al.*, 2021).

Menanggapi permasalahan tersebut, serta sejalan dengan urgensi penerapan intervensi inovatif, solusi yang diusulkan adalah implementasi Model *Discovery Learning* berbasis *Deep Learning* dengan bantuan media *Augmented Reality* (AR). Model ini secara sistematis dirancang untuk melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik melalui serangkaian kegiatan, seperti mengidentifikasi permasalahan kontekstual, menyajikan informasi, menganalisis fenomena, hingga merumuskan solusi yang kreatif. Dalam implementasinya, guru memegang peran esensial sebagai fasilitator yang membimbing peserta didik melalui tahapan pembelajaran secara sistematis, sekaligus memanfaatkan media AR untuk memvisualisasikan konsep-konsep keseimbangan ekosistem yang bersifat abstrak dan kompleks. Hal ini selaras dengan penelitian Nurrahma & Utami (2025), yang menunjukkan bahwa integrasi AR dalam pembelajaran *Discovery Learning* mampu meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik secara signifikan. Melalui sinergi model dan media ini, diharapkan peserta didik dapat mengoptimalkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, dan keterampilan penerapan konsep mereka dalam konteks nyata.

Berbagai studi terdahulu telah menguji penerapan *Discovery Learning* atau penggunaan media *Augmented Reality* secara terpisah (*parsial*), namun sebagian besar penelitian tersebut belum mengintegrasikan Model *Deep Learning* dengan media AR dan materi ekosistem secara simultan. Oleh karena itu, kebaruan (*novelty*) penelitian ini terletak pada perancangan dan implementasi model pembelajaran yang adaptif dan berbasis teknologi guna

mengembangkan kemampuan berpikir kritis peserta didik secara lebih spesifik dan terukur.

Berdasarkan kajian teori, data observasi, dan wawancara guru, peneliti menetapkan judul “Pengaruh Model *Discovery Learning* Berbasis *Deep Learning* Berbantuan Media *Augmented Reality* terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA pada Materi Keseimbangan Ekosistem”

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang sudah dijabarkan, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Apakah terdapat pengaruh dari penggunaan model *Discovery Learning* terimplementasi *Deep Learning* berbantuan media *Augmented Reality* terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik?
2. Bagaimana tanggapan peserta didik terhadap penggunaan model *Discovery Learning* terimplementasi *Deep Learning* berbantuan media *Augmented Reality* dalam proses pembelajaran?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah disebutkan, maka tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Untuk mengetahui pengaruh dari penggunaan model *Discovery Learning* terimplementasi *Deep Learning* berbantuan media *Augmented Reality* terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi ekosistem.
2. Untuk mengetahui tanggapan peserta didik terhadap penerapan model *Discovery Learning* terimplementasi *Deep Learning* berbantuan media *Augmented Reality* dalam proses pembelajaran pada materi ekosistem.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

- 1) Manfaat Teoritis
Penelitian ini diharapkan dapat memberikan tambahan informasi dan pengetahuan dalam pembelajaran biologi, khususnya mengenai pengaruh

penerapan *Discovery Learning* terimplementasi *Deep Learning* yang dibantu media *Augmented Reality* terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi ekosistem.

2) Manfaat Praktis

Penelitian ini dapat menjadi bahan rujukan bagi guru SMA dalam menyusun dan menerapkan pembelajaran yang lebih interaktif dan inovatif pada materi keseimbangan ekosistem. Selain itu, penelitian ini dapat menjadi acuan bagi peneliti lain yang ingin melakukan studi serupa.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Pada penelitian ini, ruang lingkup penelitian adalah:

1. Model pembelajaran yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Discovery Learning* yang didefinisikan sebagai model pembelajaran yang menempatkan siswa sebagai subjek aktif dalam proses pembelajaran melalui serangkaian tahapan sistematis yang memungkinkan siswa menemukan konsep secara mandiri. Implementasi model ini diukur berdasarkan keterlaksanaan enam sintaks pembelajaran, yaitu: 1) *Stimulation*/Stimulasi, 2) *Problem Statement*/Pernyataan Masalah, 3) *Data Collection*/Pengumpulan Data, 4) *Data Processing*/Pengolahan Data, 5) *Verification*/Verifikasi, dan 6) *Generalization*/Kesimpulan (Bruner, 1960)
2. Media pembelajaran yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Augmented Reality* yang didefinisikan sebagai media pembelajaran berbasis teknologi yang memadukan objek virtual dengan dunia nyata secara interaktif untuk membantu visualisasi konsep ekosistem sehingga peserta didik dapat memahami keterkaitan antar komponen ekosistem secara lebih konkret. Media yang digunakan dibuat melalui aplikasi *Assemblr Edu* yang memungkinkan peserta didik mengeksplorasi objek tiga dimensi (3D), animasi, dan informasi pendukung melalui perangkat digital. (Rahmasari *et al.*, 2022)
3. Pendekatan *Deep Learning* dalam penelitian ini didefinisikan sebagai pendekatan pembelajaran yang mendorong peserta didik memahami

konsep secara mendalam melalui pengalaman belajar aktif dan reflektif, dengan menekankan aspek *joyful* (menyenangkan), *mindful* (sadar dan fokus), dan *meaningful* (bermakna). Pendekatan ini dioperasionalkan melalui keterlibatan peserta didik dalam berpikir kritis, mengaitkan konsep dengan pengetahuan sebelumnya, serta melakukan refleksi, dan diukur berdasarkan kemampuan peserta didik dalam memahami, menjelaskan, menghubungkan, serta menerapkan konsep dalam situasi baru.. (Raup *et al.*, 2022)

4. Keterampilan Berpikir kritis merupakan kemampuan untuk menganalisis, mengevaluasi, membuat keputusan, dan menyelesaikan masalah secara logis dan sistematis. Menurut Facione (2011), terdapat enam indikator kemampuan berpikir kritis, yaitu: 1) interpretasi, 2) analisis, 3) evaluasi, 4) inferensi, 5) eksplanasi, dan 6) pengaturan diri.
5. Materi pokok yang digunakan dalam penelitian ini adalah materi ekosistem pada Fase E. Cakupan materi yang diajarkan meliputi pengertian ekosistem dan keseimbangannya, komponen biotik dan abiotik dalam ekosistem, serta interaksi antarkomponen ekosistem seperti rantai makanan, jaring-jaring makanan, dan aliran energi. Selain itu, materi mencakup faktor-faktor yang memengaruhi keseimbangan ekosistem, baik faktor alami maupun aktivitas manusia, serta dampak ketidakseimbangan ekosistem terhadap lingkungan dan kehidupan makhluk hidup. Penekanan pembelajaran diberikan pada pemahaman keterkaitan antarorganisme, dinamika ekosistem, dan pentingnya menjaga keseimbangan ekosistem melalui perilaku ramah lingkungan dan upaya pelestarian lingkungan.
6. Subjek Penelitian ini adalah peserta didik kelas X SMA N 6 Bandar Lampung tahun ajaran 2025/2026

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Model *Discovery Learning*

Menurut pandangan Bruner, model pembelajaran *Discovery Learning* merupakan suatu pendekatan yang menekankan proses menemukan konsep melalui pengalaman langsung dan kegiatan belajar yang aktif (Kincheloe, & Horn, 2007). Dalam model ini, peserta didik dituntut untuk terlibat secara aktif dalam proses berpikir dan eksplorasi (Simanungkalit, 2025). *Discovery Learning* dikembangkan berdasarkan teori konstruktivisme, di mana pengetahuan dibangun melalui keterlibatan langsung peserta didik dalam proses menemukan informasi baru, bukan hanya menghafal materi yang diberikan guru (Khasinah, 2021). Dengan demikian, peserta didik diharapkan dapat mengembangkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, seperti analisis dan pemecahan masalah secara mandiri. Bruner, (1960) menjelaskan bahwa *Discovery Learning* memiliki enam sintaks atau tahapan pembelajaran. Adapun sintaks tersebut berikut yaitu

1) Stimulus

Tahap awal dalam model *Discovery Learning* adalah stimulasi. Pada fase ini, guru memberikan rangsangan berupa informasi atau fenomena yang dapat memunculkan ide awal peserta didik berdasarkan pengetahuan yang sudah mereka miliki. Kegiatan stimulasi bertujuan meningkatkan motivasi dan rasa ingin tahu peserta didik sehingga mereka terdorong untuk mengeksplorasi konsep yang dipelajari (Chusni *et al.*, 2020).

2) Pernyataan Masalah

dasar dalam kegiatan penyelidikan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan (Chusni *et al.*, 2020)

3) Pengumpulan Data

Setelah menemukan masalah, peserta didik mengumpulkan informasi yang diperlukan melalui berbagai sumber untuk menemukan jawaban dari permasalahan tersebut. Informasi ini kemudian dihubungkan dengan pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya, sementara guru berperan sebagai fasilitator dalam mendukung proses pencarian data (Banawi, 2019).

4) Pengolahan Data

Pada tahap ini, peserta didik diharuskan mengolah serta menganalisis informasi yang diperoleh untuk menghubungkannya dengan permasalahan yang sedang dikaji. Guru dapat mengarahkan peserta didik untuk melakukan percobaan atau aktivitas penalaran, sehingga mereka mampu membangun sendiri konsep dan prinsip dari hasil investigasi yang dilakukan (Banawi, 2019).

5) Verifikasi

Proses verifikasi dilakukan untuk mengecek kembali hasil analisis yang telah dilakukan peserta didik. Tahapan ini bertujuan memastikan bahwa kesimpulan sementara sesuai dengan fakta dan tidak terdapat kesalahan dalam pengolahan informasi (Banawi, 2019).

6) Kesimpulan

Setelah data terverifikasi, peserta didik menarik kesimpulan sebagai bentuk pemahaman akhir mengenai konsep atau prinsip yang dipelajari. Kesimpulan yang dibuat diharapkan mampu menghubungkan berbagai komponen materi pembelajaran secara utuh (Banawi, 2019).

Rangkaian sintaks pada *Discovery Learning* mendorong peserta didik untuk terlibat secara aktif dalam memanfaatkan seluruh kemampuan kognitifnya untuk mencari, menemukan, dan menyelidiki pengetahuan secara sistematis. *Discovery Learning* memiliki banyak kelebihan yang menjadikan model ini unggul dalam mendukung pembelajaran aktif di kelas. Model ini melibatkan peserta didik secara langsung dalam proses belajar, sehingga motivasi intrinsik siswa meningkat ketika mereka berhubungan langsung dengan

permasalahan yang dipelajari. Pembelajaran pada *Discovery Learning* juga memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna, karena siswa tidak hanya menghafal buku teks, tetapi menyelidiki informasi secara mandiri dan membangun pemahaman melalui proses yang mereka alami sendiri. Melalui kegiatan penemuan tersebut, siswa mengembangkan keterampilan investigatif dan reflektif yang dapat digunakan di berbagai situasi pembelajaran lainnya. Selain itu, model ini membantu siswa menemukan strategi belajar baru, memanfaatkan pengalaman awal mereka, mendorong kemandirian dalam belajar, serta meningkatkan kemampuan kerja sama dalam kelompok. Informasi yang ditemukan sendiri oleh siswa cenderung lebih lama tersimpan dalam ingatan, sehingga pemahaman materi menjadi lebih kuat dibandingkan pembelajaran pasif (Westwood, 2008).

Kemendikbud, (2013) menegaskan bahwa *Discovery Learning* memperbaiki kemampuan kognitif siswa, memberikan kesempatan berkembang sesuai potensi masing-masing, serta meningkatkan sikap saling menghargai melalui kegiatan diskusi. Pembelajaran berbasis penemuan juga menciptakan rasa senang dan percaya diri ketika siswa berhasil menghasilkan temuan yang benar dan dapat dibuktikan. Dengan demikian, model ini menumbuhkan sikap optimis dalam belajar, karena siswa melihat sendiri bahwa kemampuan berpikir mereka berpengaruh terhadap temuan yang dicapai.

Walaupun memberikan banyak manfaat, *Discovery Learning* tetap memiliki beberapa kekurangan dalam pelaksanaannya. Menurut Westwood (2008), proses pembelajaran penemuan membutuhkan waktu yang lebih lama, memerlukan banyak sumber belajar, dan sangat dipengaruhi oleh kemampuan awal siswa, sehingga tidak selalu memberikan hasil maksimal apabila siswa masih kesulitan dalam memahami konsep. Guru juga dituntut memiliki keterampilan manajerial kelas yang baik, agar dapat memantau aktivitas siswa secara menyeluruh dan memastikan arah penyelidikan tetap sesuai dengan tujuan pembelajaran. Jika hal ini tidak terpenuhi, siswa berpotensi mengalami kesulitan dalam menyusun pendapat, membuat prediksi, maupun

menarik kesimpulan. Kemendikbud, (2013) menambahkan bahwa *Discovery Learning* menuntut kesiapan siswa, baik dari sisi pengetahuan awal maupun kemandirian. Model ini juga kurang cocok diterapkan dalam durasi pembelajaran yang terbatas atau kelas dengan jumlah siswa yang terlalu besar. Selain itu, guru dan siswa harus terbiasa dengan sintaks model ini agar hasil pembelajaran dapat optimal.

Berdasarkan uraian mengenai kelebihan dan kekurangan model *Discovery Learning*, dapat disimpulkan bahwa pendekatan ini memiliki potensi besar dalam meningkatkan kualitas pembelajaran. *Discovery Learning* mampu mendorong peserta didik untuk lebih aktif, mandiri, dan berpikir kritis dalam menemukan pengetahuan secara langsung melalui pengalaman belajar. Selain itu, metode ini juga mendukung kerja sama, motivasi belajar, dan kemampuan peserta didik dalam menerapkan konsep pada situasi lain, sehingga pembelajaran menjadi lebih bermakna. Namun demikian, efektivitas *Discovery Learning* sangat bergantung pada kesiapan peserta didik, kompetensi guru, serta ketersediaan waktu dan fasilitas pembelajaran yang memadai. Tantangan seperti kebutuhan waktu yang lebih panjang, keterbatasan sumber daya, dan kesulitan peserta didik dalam proses penemuan konsep harus menjadi perhatian dalam implementasinya. Oleh karena itu, penerapan metode ini membutuhkan perencanaan yang matang dan dukungan lingkungan belajar yang kondusif agar manfaatnya dapat diperoleh secara optimal.

2.2 *Deep Learning*

Pembelajaran Mendalam (*Deep Learning*) merupakan pendekatan pembelajaran yang dikembangkan untuk menjawab tantangan mutu pendidikan di Indonesia, khususnya dalam meningkatkan literasi, numerasi, serta keterampilan berpikir tingkat tinggi peserta didik. Berdasarkan paparan Kementerian Pendidikan Dasar dan Menengah Republik Indonesia, pembelajaran mendalam hadir sebagai upaya transformasi pendidikan menuju pendidikan bermutu untuk semua, terutama dalam menghadapi perubahan

yaitu keimanan dan ketakwaan kepada Tuhan Yang Maha Esa, kewargaan, penalaran kritis, kreativitas, kolaborasi, kemandirian, kesehatan, dan komunikasi. Pengalaman belajar dalam pembelajaran mendalam dilaksanakan melalui tahapan memahami, mengaplikasi, dan merefleksi. Pada tahap memahami, peserta didik mengonstruksi pengetahuan esensial, aplikatif, serta nilai dan karakter. Tahap mengaplikasi menekankan penerapan konsep dalam konteks nyata melalui pendalaman pengetahuan, sedangkan tahap merefleksi berfokus pada regulasi diri, evaluasi proses belajar, dan pengembangan metakognisi (Kemdikdasmen, 2025).

Dalam implementasinya, pembelajaran mendalam menuntut transformasi peran guru sebagai aktivator, kolaborator, dan pengembang budaya belajar. Guru tidak lagi berperan sebagai satu-satunya sumber pengetahuan, melainkan sebagai fasilitator yang menstimulasi peserta didik untuk berpikir kritis, bekerja kolaboratif, serta membangun pengalaman belajar autentik.

Pembelajaran mendalam juga didukung oleh praktik pedagogis yang inovatif, kemitraan pembelajaran dengan berbagai pihak, integrasi lingkungan fisik dan virtual, serta pemanfaatan teknologi digital dalam perencanaan, pelaksanaan, dan asesmen pembelajaran. Otto (2020) menjelaskan bahwa *deep learning* bertujuan membentuk peserta didik yang mampu berpikir kritis, berkomunikasi secara efektif, menunjukkan kreativitas, serta memiliki kemampuan bekerja sama dalam proses pembelajaran, yang menjadi modal penting dalam menghadapi tantangan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi abad ke-21 yang semakin kompleks. Mystakidis (2021) menyatakan bahwa *deep learning* terjadi ketika terdapat interaksi antara pemahaman intelektual dan keterlibatan emosional dalam pembelajaran, sehingga melalui diskusi, kolaborasi, dan interaksi antarpeserta didik, proses belajar menjadi lebih bermakna dan pengetahuan yang diperoleh lebih mudah diingat serta diterapkan.

Deep learning memberikan manfaat penting dalam proses pembelajaran. Menurut Arif & Zulfahmi, (2025) *Deep learning* bermanfaat dalam mengembangkan kemampuan komunikasi dan kolaborasi siswa melalui kerja kelompok dan interaksi aktif selama pembelajaran berlangsung sehingga siswa terlatih untuk bertukar ide dan membangun solusi bersama. Manfaat lain dari *deep learning* adalah membantu peserta didik memahami konsep secara mendalam dengan mengaitkan materi pembelajaran dengan pengalaman kehidupan nyata sehingga informasi yang dipelajari menjadi lebih relevan dan bermakna. Seluruh manfaat tersebut berkontribusi pada kesiapan peserta didik dalam menghadapi tantangan abad ke-21 yang menuntut keterampilan pemecahan masalah dan adaptasi terhadap perkembangan teknologi.

Meskipun memiliki banyak keunggulan, *deep learning* juga menghadapi beberapa keterbatasan dalam penerapannya, terutama pada lingkungan sekolah. Salah satu tantangan besar adalah kebutuhan akan data yang banyak dan variatif dalam proses pembelajaran berbasis teknologi, sementara sekolah sering mengalami keterbatasan akses sarana dan informasi pendukung. Selain itu, pendekatan *deep learning* memiliki struktur komputasi yang kompleks sehingga hasil pembelajarannya sering sulit dijelaskan dan guru membutuhkan pemahaman yang lebih baik agar tidak salah dalam menginterpretasikan keluaran sistem (Pugu, et. al, 2024).

2.3 Augmented Reality (AR)

Augmented Reality (AR) merupakan teknologi yang mengintegrasikan objek nyata dengan objek virtual dalam waktu nyata (*real-time*). Teknologi ini bekerja dengan memanfaatkan perangkat tertentu yang memungkinkan terjadinya interaksi langsung antara pengguna dan sistem yang ditampilkan. Dalam dunia pendidikan, AR digunakan sebagai salah satu bentuk media pembelajaran berbasis komputer yang mampu menampilkan objek maya ke dalam lingkungan nyata sehingga proses belajar menjadi lebih interaktif. Selain itu, media pembelajaran menggunakan AR dapat menjadi alternatif

dari penggunaan buku teks, gambar, maupun slide presentasi. Penggunaan AR mampu menarik perhatian peserta didik karena memberikan pengalaman belajar yang lebih menarik dan interaktif. Media ini juga dinilai layak, efektif, serta praktis digunakan baik di dalam maupun di luar kelas, sehingga mampu meningkatkan ketuntasan belajar peserta didik (Al *et al.*, 2023).

Perkembangan teknologi informasi dan komunikasi telah mendorong inovasi dalam dunia pendidikan, salah satunya melalui pemanfaatan teknologi *Augmented Reality* (AR). *Augmented Reality* merupakan teknologi yang menggabungkan objek virtual ke dalam lingkungan nyata secara real-time sehingga pengguna dapat melihat dan berinteraksi dengan objek digital secara langsung. Amalia & Prasetyo, (2025) menyatakan bahwa AR berfungsi sebagai media pembelajaran inovatif yang mampu memperkaya pengalaman belajar peserta didik melalui visualisasi digital yang interaktif dan kontekstual. *Augmented Reality* (AR) memiliki beberapa jenis yang dibedakan berdasarkan cara kerjanya dalam menampilkan objek virtual ke dalam lingkungan nyata. Salah satu jenis AR yang paling umum digunakan dalam pembelajaran adalah *marker-based AR*, yaitu AR yang memanfaatkan penanda khusus (marker) seperti gambar atau kode tertentu untuk memunculkan objek tiga dimensi ketika dipindai melalui kamera perangkat digital. Jenis ini banyak digunakan karena relatif mudah diterapkan dan sesuai untuk kebutuhan visualisasi materi pembelajaran. Selain itu, terdapat *markerless AR*, yang tidak memerlukan penanda khusus, melainkan memanfaatkan teknologi GPS, sensor, atau pengenalan permukaan untuk menampilkan objek virtual secara langsung pada lingkungan nyata. Jenis ini memungkinkan pengguna berinteraksi lebih fleksibel dengan objek digital.

Selanjutnya, terdapat *projection-based AR*, yaitu AR yang memproyeksikan objek virtual ke permukaan nyata sehingga pengguna dapat berinteraksi dengan proyeksi tersebut. Jenis ini sering digunakan dalam simulasi atau demonstrasi interaktif. Jenis lainnya adalah *superimposition-based AR*, yang bekerja dengan menggantikan sebagian tampilan objek asli dengan objek

virtual yang telah dimodifikasi atau ditambahkan, sehingga memberikan representasi yang lebih detail atau informatif. Beragamnya jenis *Augmented Reality* tersebut menunjukkan bahwa teknologi AR dapat disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran, terutama untuk materi yang memerlukan visualisasi konkret dan interaksi langsung agar pemahaman peserta didik menjadi lebih mendalam (Dessye *et al.*, 2024). Media yang digunakan dibuat melalui aplikasi *Assemblr Edu* yang memungkinkan peserta didik mengeksplorasi objek tiga dimensi (3D), animasi, dan informasi pendukung melalui perangkat digital. (Rahmasari *et al.*, 2022)

Lebih lanjut, cara kerja *Augmented Reality* dimulai dari kamera perangkat digital yang menangkap citra lingkungan nyata atau *marker*, kemudian sistem memproses dan mengenali pola objek tersebut untuk selanjutnya menampilkan objek virtual yang dipadukan dengan lingkungan nyata secara *real-time* (Mustaqim, 2016). Berbagai penelitian menunjukkan bahwa penggunaan AR dalam pembelajaran memberikan pengaruh positif terhadap hasil belajar, yang dipengaruhi oleh meningkatnya keterlibatan dan pemahaman konsep peserta didik (Dessye *et al.*, 2024). Selain itu, AR juga terbukti mampu meningkatkan minat belajar siswa secara signifikan (Sugiarso *et al.*, 2024). Berdasarkan temuan tersebut, *Augmented Reality* dinilai efektif sebagai media pembelajaran, sehingga penelitian ini dilakukan untuk mengkaji lebih lanjut pemanfaatannya dalam konteks pembelajaran yang menjadi fokus penelitian.

Augmented Reality memiliki kelebihan dalam meningkatkan motivasi dan minat belajar peserta didik karena mampu menyajikan materi pembelajaran secara interaktif dan menarik, sehingga mendorong keterlibatan aktif siswa dalam proses pembelajaran (Sugiarso, *et al.*, 2024). Selain itu, penggunaan *Augmented Reality* juga membantu peserta didik dalam memvisualisasikan konsep-konsep abstrak melalui tampilan objek tiga dimensi yang kontekstual, yang berdampak positif terhadap pemahaman konsep dan hasil belajar

(Dessye *et al.*, 2024). Penelitian lain menunjukkan bahwa *Augmented Reality* juga mampu menciptakan pengalaman belajar yang lebih bermakna karena menghubungkan materi pembelajaran dengan situasi nyata, sehingga meningkatkan daya ingat dan pemahaman jangka panjang peserta didik.

Lebih lanjut, penggunaan AR sebagai media pembelajaran dinilai dapat mendukung pembelajaran abad ke-21 karena mendorong kemampuan eksplorasi, kemandirian belajar, serta pemanfaatan teknologi secara positif dalam proses pembelajaran (Amalia & Prasetyo, 2025). Di samping kelebihanannya, *Augmented Reality* memiliki beberapa keterbatasan dalam penerapannya di bidang pendidikan. (Mustaqim, 2016) menyatakan bahwa penggunaan *Augmented Reality* masih bergantung pada ketersediaan perangkat digital dan kemampuan teknis pengguna, baik pendidik maupun peserta didik. Keterbatasan infrastruktur teknologi dan akses perangkat juga dapat menjadi kendala dalam penerapan *Augmented Reality* secara merata di lingkungan pendidikan tertentu, selain itu penggunaan *Augmented Reality* yang tidak dirancang secara tepat berpotensi menimbulkan distraksi dan mengalihkan fokus peserta didik dari tujuan pembelajaran (Dessye *et al.*, 2024). Amalia dan Prasetyo (2025) juga menambahkan bahwa pengembangan dan penerapan media AR membutuhkan waktu, biaya, serta kesiapan teknis yang relatif lebih tinggi dibandingkan media pembelajaran konvensional, sehingga perlu perencanaan yang matang sebelum diimplementasikan di lingkungan sekolah.

2.4 *Assemblr Edu*

Assemblr Edu merupakan platform pembelajaran berbasis teknologi yang mendukung pemanfaatan *Augmented Reality* (AR) dalam proses pembelajaran. Platform ini memungkinkan pengguna untuk membuat, mengedit, dan mengeksplorasi konten tiga dimensi (3D) serta pengalaman AR secara interaktif tanpa memerlukan kemampuan pemrograman. *Assemblr Edu* dilengkapi dengan berbagai fitur seperti pustaka objek 3D yang beragam, template pembelajaran siap pakai, serta kemudahan dalam mengintegrasikan teks, gambar, audio, dan animasi ke dalam satu tampilan yang menarik.

Dengan tampilan antarmuka yang sederhana dan ramah pengguna, platform ini dapat digunakan baik oleh guru maupun peserta didik untuk menciptakan pengalaman belajar yang lebih inovatif dan visual (Kemendikdasmen, 2025).

Selain itu, *Assemblr Edu* memiliki berbagai keunggulan yang mendukung efektivitas pembelajaran berbasis AR. Platform ini menyediakan ribuan objek 3D, alat peraga digital, serta ratusan topik pembelajaran siap pakai yang dapat langsung digunakan dalam proses pembelajaran. Fitur *editor 3D/AR* memungkinkan pengguna membuat media pembelajaran interaktif secara mudah tanpa memerlukan kemampuan coding, serta didukung dengan *custom AR marker* yang memudahkan integrasi objek virtual ke dunia nyata. Keunggulan lainnya adalah kemampuannya dalam menyajikan visualisasi konkret dari konsep abstrak serta mendukung pembelajaran interaktif dan kolaboratif, sehingga dapat meningkatkan keterlibatan dan pemahaman peserta didik. Dengan berbagai fitur tersebut, *Assemblr Edu* menjadi media pembelajaran yang fleksibel, inovatif, dan relevan untuk digunakan dalam pembelajaran berbasis teknologi (Kemendikdasmen, 2025).

2.5 Keterampilan Berpikir Kritis

Berpikir kritis merupakan salah satu kemampuan utama yang termasuk dalam keterampilan abad ke-21 yang sangat dibutuhkan dalam menghadapi perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Moore dan Parker (2017) menjelaskan bahwa berpikir kritis adalah proses berpikir yang melibatkan kemampuan untuk menganalisis, mengevaluasi, serta memberikan penilaian terhadap berbagai pendapat, keputusan, rencana, dan bentuk penalaran secara menyeluruh. Proses berpikir ini terjadi ketika individu membentuk opini, membuat penilaian, mengambil keputusan, merumuskan hipotesis, hingga menarik kesimpulan berdasarkan alasan yang logis dan rasional. Lismaya, (2019) menegaskan bahwa kemampuan berpikir kritis sangat penting bagi individu dalam memecahkan suatu permasalahan sebelum menentukan tindakan yang akan diambil. Hal ini menunjukkan bahwa berpikir kritis berperan sebagai dasar dalam pengambilan keputusan yang tepat. Facione

2015) menjelaskan bahwa terdapat enam indikator berpikir kritis, yaitu sebagai berikut:

1) Interpretasi (*Interpretation*)

Interpretasi adalah kemampuan untuk memahami dan mengekspresikan makna atau signifikansi dari pengalaman, fenomena, data, penilaian, keyakinan, aturan, prosedur, atau kriteria. Sub-keterampilan interpretasi yaitu mengategorisasi, menerjemahkan signifikansi, dan mengklarifikasi makna.

2) Analisis (*Analysis*)

Analisis artinya mengidentifikasi sesuatu seperti hubungan antar pernyataan, pertanyaan, konsep, atau deskripsi. Sub-keterampilan analisis yaitu memeriksa ide, mendeteksi argumen, dan menganalisis argumen.

3) Evaluasi (*Evaluation*)

Evaluasi adalah kemampuan untuk menilai kredibilitas pernyataan atau representasi lain yang merupakan laporan atau deskripsi dari persepsi, pengalaman, situasi, penilaian, atau keyakinan. Evaluasi juga berarti kemampuan untuk menilai kekuatan logis dari hubungan aktual atau yang dimaksudkan di antara pernyataan, deskripsi, atau pertanyaan.

4) Inferensi (*Inference*)

Inferensi yaitu kemampuan untuk mengidentifikasi dan mengamankan elemen yang dibutuhkan untuk menarik kesimpulan yang masuk akal, membentuk dugaan, mempertimbangkan informasi yang relevan, dan menyimpulkan konsekuensi. Sub keterampilan inferensi yaitu menanyakan bukti, menduga kejadian alternatif, dan menarik kesimpulan.

5) Eksplanasi (*Explanation*)

Eksplanasi merupakan kemampuan untuk menyajikan hasil penalaran atau berpikir seseorang secara meyakinkan dan koheren. Sub-keterampilan eksplanasi yaitu mendeskripsikan metode dan hasil, membenarkan prosedur, mengusulkan dan mempertahankan

penjelasan kausal dan konseptual tentang peristiwa atau sudut pandang, dan menyajikan argumen yang lengkap dan beralasan.

6) Pengaturan diri (*Self-Regulation*)

Pengaturan diri yaitu pemantauan secara sadar aktivitas kognitif seseorang, elemen yang digunakan untuk aktivitas tersebut, hasil yang diperoleh, terutama dengan menerapkan keterampilan dalam analisis, dan evaluasi terhadap penilaian inferensial seseorang dengan tujuan mempertanyakan, mengonfirmasi, memvalidasi, atau mengoreksi penalaran seseorang. Sub-keterampilan pengaturan diri yaitu pemeriksaan diri dan koreksi diri.

Keterampilan berpikir kritis merupakan kemampuan individu dalam menganalisis, mengevaluasi, dan menginterpretasikan informasi secara logis serta sistematis sebelum menarik suatu kesimpulan. Menurut Retnaningtyas *et al.*, (2021) dalam konteks pendidikan, berpikir kritis dapat membantu peserta didik membedakan antara fakta dan opini, menilai keakuratan informasi, serta menyusun argumen berdasarkan alasan yang rasional. Kemampuan ini juga berperan penting dalam proses pemecahan masalah, karena peserta didik dilatih untuk mengidentifikasi akar permasalahan, mempertimbangkan berbagai alternatif solusi, dan menentukan keputusan yang paling tepat berdasarkan bukti yang tersedia. Dengan demikian, berpikir kritis tidak hanya meningkatkan pemahaman konseptual, tetapi juga memperkuat kemampuan analitis dan reflektif peserta didik dalam menghadapi berbagai persoalan pembelajaran.

Sejalan dengan hal tersebut, keterampilan berpikir kritis juga memberikan manfaat yang luas dalam mendukung kemandirian belajar dan kesiapan menghadapi tantangan abad ke-21. Peserta didik yang memiliki kemampuan berpikir kritis cenderung lebih aktif dalam mencari, mengolah, dan mengevaluasi informasi secara mandiri, sehingga tidak hanya bergantung pada penjelasan guru. Kemampuan ini juga mendorong peningkatan kualitas komunikasi dan argumentasi, karena peserta didik mampu menyampaikan

pendapat secara logis dan terstruktur. Di era perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin kompleks, berpikir kritis menjadi salah satu kompetensi esensial yang dibutuhkan untuk beradaptasi, berinovasi, serta mengambil keputusan secara bijak dalam kehidupan akademik maupun sosial (Alsaleh, 2020).

2.6 Materi Komponen Ekosistem dan Interaksinya

Penelitian ini menggunakan materi Komponen Ekosistem dan Interaksinya kelas X semester genap fase E dalam mata pelajaran Biologi berdasarkan Kurikulum Merdeka. Capaian pembelajaran pada Fase E (kelas X) Menerapkan prinsip klasifikasi dan strategi pelestarian keanekaragaman hayati; mendeskripsikan peranan virus, bakteri, dan jamur dalam kehidupan; **menganalisis interaksi antar komponen ekosistem dan pengaruhnya terhadap keseimbangan ekosistem**; menggunakan system pengukuran dalam kerja ilmiah; menganalisis gerak dua dimensi; menganalisis pemanfaatan energi alternatif untuk mengatasi permasalahan ketersediaan energi; menganalisis partikel penyusun materi dan menerapkan konsep stoikiometri dalam berbagai aspek kuantitatif reaksi kimia; dan menerapkan konsep IPA untuk mengatasi permasalahan berkaitan dengan perubahan iklim.

Berikut tabel kedalaman dan keluasan materi berdasarkan capaian pembelajaran peserta didik SMA:

Tabel 1. Keluasan dan Kedalaman Materi Komponen Ekosistem dan Interaksinya

Keluasan	Kedalaman
Komponen Penyusun Ekosistem	1. Komponen biotik <ol style="list-style-type: none"> 1) Produsen 2) Konsumen 3) Dekomposer 4) Komponen abiotik <ol style="list-style-type: none"> a. Cahaya b. Air c. Suhu d. Tanah

Interaksi Antar Komponen Ekosistem	<ul style="list-style-type: none"> A. Interaksi antarorganisme <ul style="list-style-type: none"> a. Simbiosis mutualisme b. Simbiosiskomensalisme c. Simbiosis parasitisme B. Predasi C. Kompetisi
Aliran Energi dalam Ekosistem	<ul style="list-style-type: none"> 1. Rantai makanan 2. Jaring-jaring makanan 3. Tingkat trofik 4. Piramida ekologi
Keseimbangan Ekosistem	<ul style="list-style-type: none"> 1. Konsep keseimbangan ekosistem 2. Faktor yang memengaruhi kestabilan ekosistem 3. Dinamika populasi dalam ekosistem
Gangguan dan Perubahan Ekosistem	<ul style="list-style-type: none"> 1. Gangguan alami <ul style="list-style-type: none"> a. Bencana alam 2. Gangguan akibat aktivitas manusia <ul style="list-style-type: none"> a. Pencemaran b. Deforestasi c. Alih fungsi lahan
Upaya Pelestarian Ekosistem	<ul style="list-style-type: none"> 1. Peran manusia dalam menjaga keseimbangan ekosistem

2.7 Kerangka Pikir Penelitian

Berpikir kritis merupakan salah satu keterampilan abad ke-21 yang sangat dibutuhkan pada era revolusi industri 4.0 hingga revolusi industri 5.0.

Kemampuan ini menjadi penting karena menuntut peserta didik untuk mampu menganalisis informasi, mengevaluasi permasalahan, serta mengambil keputusan secara rasional dalam menghadapi berbagai tantangan kehidupan. Dalam konteks pembelajaran, kemampuan berpikir kritis tidak terlepas dari proses belajar yang dialami peserta didik, khususnya pembelajaran yang mendorong keterlibatan aktif dan pemaknaan konsep secara mendalam.

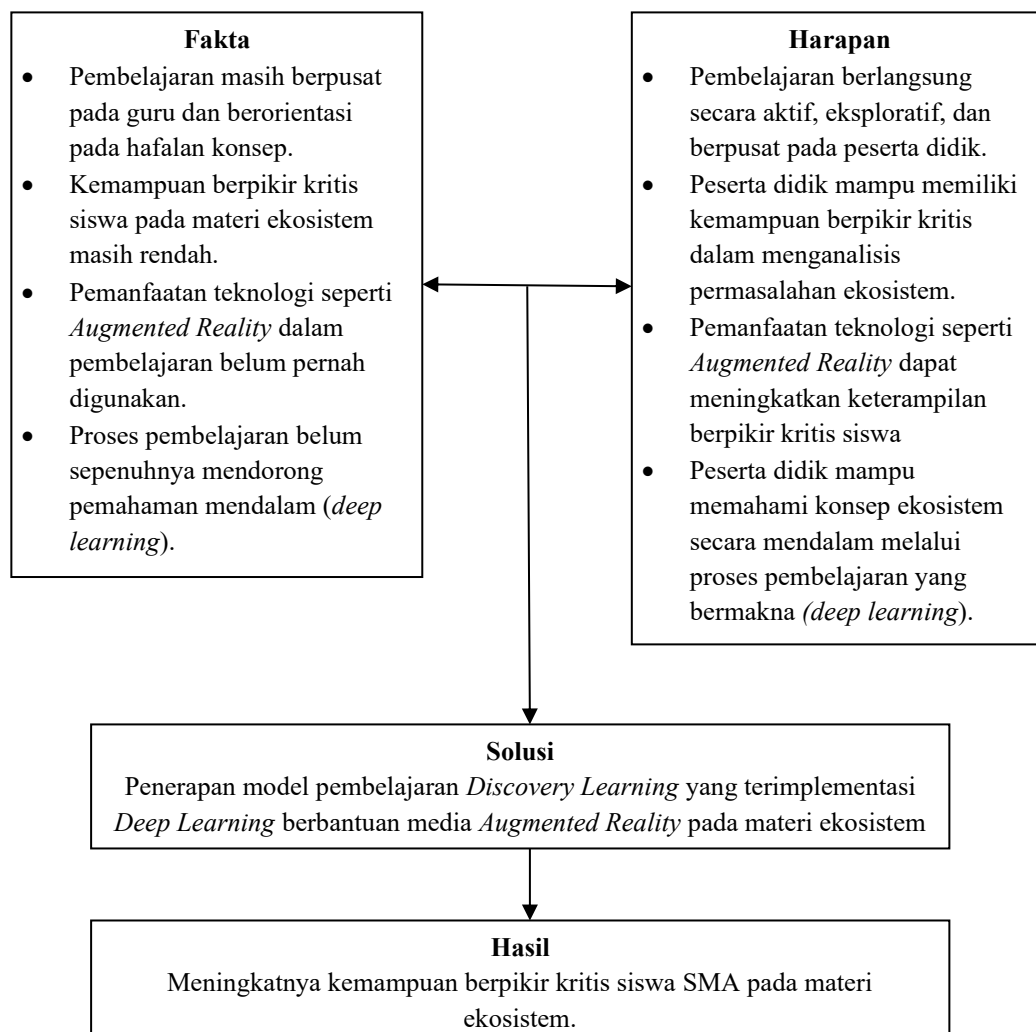
Pembelajaran Biologi memiliki peran penting dalam melatih kemampuan berpikir, sikap ilmiah, dan keterampilan proses sains. Namun, praktik pembelajaran Biologi di sekolah masih sering menggunakan media pembelajaran yang terbatas, sehingga siswa kurang terlibat secara aktif dalam proses pembelajaran. Kondisi tersebut menyebabkan materi Biologi

dipersepsikan sebagai mata pelajaran yang sulit dan kurang menarik, yang berdampak pada rendahnya kemampuan berpikir kritis peserta didik.

Materi Biologi yang memiliki tingkat kompleksitas tinggi adalah materi ekosistem. Materi ini memuat konsep yang saling berkaitan, seperti interaksi antar komponen biotik dan abiotik, aliran energi, serta keseimbangan ekosistem, yang membutuhkan kemampuan analisis dan pemahaman mendalam. Tanpa dukungan pembelajaran yang tepat, peserta didik cenderung mengalami kesulitan dalam memahami keterkaitan konsep tersebut secara utuh dan kontekstual.

Oleh karena itu, diperlukan inovasi pembelajaran yang mampu membantu peserta didik dalam menemukan konsep secara mandiri serta memvisualisasikan fenomena ekosistem secara nyata. Penerapan model *Discovery Learning* terimplementasi *Deep Learning* yang didukung oleh media *Augmented Reality* diharapkan dapat menciptakan pembelajaran yang aktif dan bermakna. Media *Augmented Reality* membantu menyajikan objek dan interaksi ekosistem secara visual dan interaktif, sehingga mendorong peserta didik untuk berpikir kritis dalam menganalisis permasalahan lingkungan. Melalui penerapan model dan media tersebut, diharapkan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi ekosistem dapat meningkat secara optimal.

Berikut Kerangka Pikir pada penelitian ini dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2. Kerangka Pikir Penelitian

2.8 Hipotesis Penelitian

Adapun hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. H_0 : Tidak terdapat pengaruh yang signifikan dari model *Discovery Learning* terimplementasi *Deep Learning* berbantuan media *Augmented Reality* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa SMA pada materi ekosistem.
2. H_1 : Terdapat pengaruh yang signifikan dari model *Discovery Learning* terimplementasi *Deep Learning* berbantuan media *Augmented Reality* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa SMA pada materi ekosistem.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 6 Bandar Lampung yang beralamat di Jl. Ki Agus Anang No. 35, Ketapang, Kecamatan Panjang, Kota Bandar Lampung. Penelitian dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2025/2026, sesuai dengan jadwal pembelajaran mata pelajaran Biologi pada materi ekosistem.

3.2 Populasi dan sampel penelitian

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas X SMA Negeri 6 Bandar Lampung yang berjumlah 225 siswa dan terbagi ke dalam 10 kelas. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan teknik *Purposive Sampling*, yaitu teknik penentuan sampel berdasarkan pertimbangan tertentu yang ditetapkan oleh peneliti. Pertimbangan tersebut meliputi kesetaraan kemampuan akademik dan karakteristik peserta didik. Sampel penelitian terdiri dari dua kelas, yaitu:

1. Kelas X.7 sebanyak 30 siswa sebagai kelas eksperimen, yang diberikan perlakuan berupa penerapan model *Discovery Learning* terimplementasi *Deep Learning* berbantuan media *Augmented Reality*.
2. Kelas X.10 sebagai kelas kontrol, yang diberikan perlakuan berupa pembelajaran menggunakan model *Discovery Learning* dengan bantuan buku cetak.

3.3 Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Quasi Eksperimen* dengan bentuk *non-equivalent control group design*. Pada desain ini, subjek penelitian dibagi menjadi dua kelompok, yaitu kelompok

eksperimen dan kelompok kontrol tanpa dilakukan pengacakan secara penuh. Sebelum diberikan perlakuan, kedua kelompok terlebih dahulu diberikan *pretest* untuk mengetahui kemampuan awal berpikir kritis siswa. Selanjutnya, kelas eksperimen diberikan perlakuan berupa penerapan model *Discovery Learning* terimplementasi *Deep Learning* berbantuan media *Augmented Reality*, sedangkan kelas kontrol diberikan perlakuan berupa pembelajaran menggunakan model *Discovery Learning* dengan bantuan buku cetak. Setelah perlakuan diberikan, kedua kelompok diberikan *posttest* untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis siswa setelah proses pembelajaran. Perbedaan hasil *pretest* dan *posttest* antara kelas eksperimen dan kelas kontrol digunakan untuk mengetahui pengaruh penerapan model pembelajaran terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi ekosistem.

Adapun desain yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Desain Penelitian *Non Equivalent Control Group Design*

Kelompok	<i>Pretest</i>	Variabel Bebas	<i>Posttest</i>
Eksperimen	O1	X	O2
Kontrol	O3	-	O4

Adaptasi : (Sugiyono, 2023)

Keterangan:

O1 : Nilai *Pretest* kelompok eksperimen

O3 : Nilai *Pretest* kelompok kontrol

O2 : Nilai *Posttest* kelompok eksperimen

O4 : Nilai *Posttest* kelompok kontrol

X : Ada perlakuan (Penggunaan model *discovery learning* terimplementasi *deep learning* berbantu media AR pada kelas eksperimen)

- : (Penggunaan model *discovery learning* pada kelas kontrol)

3.4 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan melalui tiga tahap, yaitu tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap akhir. Adapun tahapan penelitian tersebut adalah sebagai berikut:

2. Tahap Persiapan

- a) Melakukan observasi awal di SMA Negeri 6 Bandar Lampung untuk mengidentifikasi permasalahan pembelajaran Biologi, khususnya terkait kemampuan berpikir kritis siswa pada materi ekosistem.
- b) Menetapkan kelas sampel penelitian yang terdiri dari kelas eksperimen dan kelas kontrol menggunakan teknik *purposive sampling*.
- c) Mempersiapkan perangkat pembelajaran berupa modul ajar, LKPD, dan media *Augmented Reality* yang digunakan pada pembelajaran dengan model *Discovery Learning* terimplementasi *Deep Learning*.
- d) Mempersiapkan perangkat pembelajaran untuk kelas kontrol berupa modul ajar dan buku cetak yang digunakan dalam pembelajaran *Discovery Learning*.
- e) Menyusun instrumen penelitian berupa soal *pretest* dan *posttest* kemampuan berpikir kritis siswa yang disesuaikan dengan indikator berpikir kritis.
- f) Menyusun rubrik penilaian kemampuan berpikir kritis siswa.

2. Tahap Pelaksanaan

a. Kelas Eksperimen

- a) Memberikan *pretest* kepada siswa untuk mengetahui kemampuan awal berpikir kritis pada materi ekosistem.
- b) Melaksanakan pembelajaran menggunakan model *Discovery Learning* terimplementasi *Deep Learning* berbantuan media *Augmented Reality*.
- c) Memberikan *posttest* kepada siswa untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis setelah diberikan perlakuan.
- d) Melakukan penilaian terhadap hasil *pretest* dan *posttest* kemampuan berpikir kritis siswa.

b. Kelas Kontrol

- a) Memberikan *pretest* kepada siswa untuk mengetahui kemampuan awal berpikir kritis pada materi ekosistem.

- b) Melaksanakan pembelajaran menggunakan model *Discovery Learning* dengan bantuan buku cetak.
- c) Memberikan *posttest* kepada siswa untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis setelah pembelajaran.
- d) Melakukan penilaian terhadap hasil *pretest* dan *posttest* kemampuan berpikir kritis siswa.

3. Tahap Akhir

- a) Mengolah data hasil *pretest* dan *posttest* kemampuan berpikir kritis siswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.
- b) Menganalisis data hasil penelitian untuk mengetahui perbedaan kemampuan berpikir kritis siswa sebelum dan sesudah perlakuan.
- c) Membandingkan hasil analisis data antara kelas eksperimen dan kelas kontrol untuk mengetahui pengaruh penerapan model *Discovery Learning* terimplementasi *Deep Learning* berbantuan media *Augmented Reality*.
- d) Menarik kesimpulan berdasarkan hasil analisis dan pembahasan penelitian.

3.5 Jenis dan Teknik Pengumpulan Data

1. Jenis Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data kualitatif dan data kuantitatif, yang dijelaskan sebagai berikut:

a. Data kuantitatif

Data kuantitatif dalam penelitian ini berupa nilai *pretest* dan *posttest* keterampilan berpikir kritis.

b. Data kualitatif

Data kualitatif berupa data angket tanggapan peserta didik setelah diberikan perlakuan menggunakan model *Discovery Learning* terimplementasi *Deep Learning* berbantuan media *Augmented Reality*.

2. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

a. Tes

Tes yang digunakan dalam penelitian ini berupa *pretest* dan *posttest*. *Pretest* diberikan pada awal pembelajaran di pertemuan pertama untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol, sementara *posttest* diberikan setelah seluruh rangkaian pembelajaran selesai di pertemuan terakhir. Soal yang digunakan berupa soal uraian yang mengukur keterampilan berpikir kritis sejumlah 10 soal.

b. Angket

Penelitian ini menggunakan angket untuk mengetahui tanggapan peserta didik terhadap penerapan model model *Discovery Learning* terimplementasi *Deep Learning* berbantuan media *Augmented Reality*. Pengisian angket dilakukan oleh peserta didik setelah seluruh proses pembelajaran selesai, tepatnya pada pertemuan terakhir, guna mengetahui kesan dan penilaian peserta didik terhadap proses pembelajaran yang telah dilakukan. Pernyataan dalam angket disusun menggunakan *skala likert*, yang digunakan untuk mengukur sikap, tanggapan, dan persepsi seseorang atau kelompok terhadap suatu fenomena (Sugiyono, 2019.). Pilihan jawaban pada angket terdiri atas SS (Sangat Setuju), S (Setuju), TS (Tidak Setuju), dan STS (Sangat Tidak Setuju) yang disajikan dalam bentuk format ceklis. Adapun skala pemberian skor pada angket yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada tabel berikut.

Tabel 3. Kriteria Penilaian *Skala Likert*

Kategori	Nilai Skala
Sangat Baik	4
Baik	3
Cukup Baik	2
Kurang Baik	1

Adaptasi : (Sugiyono, 2019)

3.6 Uji Prasyarat Instrumen Penelitian

1. Uji Validitas

Pengujian validitas instrumen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu validasi isi menggunakan pertimbangan ahli (*expert judgement*)

yang dilakukan oleh 1 (satu) orang validator, yaitu Ibu Ismah Fathimah, S.Pd., M.Pd. Pemilihan validator didasarkan pada kualifikasi akademik dan keahlian yang relevan dengan materi ekologi serta diperkuat melalui rekomendasi dari koordinator program studi pendidikan biologi. Aspek yang dinilai meliputi kesesuaian instrumen dengan indikator berpikir kritis, ketepatan pembagian skor, kesesuaian konstruk soal, serta kesesuaian penggunaan bahasa dengan tingkat perkembangan peserta didik SMA. Lembar validasi disusun dalam bentuk daftar ceklis yang memuat kesesuaian antara aspek penilaian dengan rubrik yang telah ditetapkan. Berikut disajikan lembar validasi soal uji ahli.

Tabel 4. Lembar Validasi Ahli

No	Indikator Penilaian	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
Penilaian Isi (content)					
1.	Soal sesuai dengan capaian pembelajaran (menuntut tes tertulis untuk uraian)			✓	
2.	Batasan pertanyaan dan jawaban yang diharapkan sudah sesuai			✓	
3.	Materi yang ditanyakan sesuai dengan kompetensi (urgensi, relevansi, kontinuitas, keterpakaian sehari-hari tinggi)				✓
4.	Isi materi yang ditanyakan sesuai dengan jenjang jenis sekolah atau Tingkat kelas			✓	
Penilaian Konstruk					
5.	Menggunakan kata tanya atau perintah yang menuntut jawaban uraian.				✓
6.	Ada petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal			✓	
7.	Tabel, gambar, grafik, peta atau yang sejenisnya disajikan dengan jelas dan terbaca.			✓	
Penilaian Bahasa					
8.	Rumusan kalimat soal komunikatif		✓		
9.	Butir soal menggunakan bahasa Indonesia yang baku		✓		
10.	Tidak menggunakan kata/ungkapan yang menimbulkan penafsiran ganda atau salah pengertian	✓			
11.	Tidak menggunakan bahasa yang berlaku setempat/baku	✓			
12.	Rumusan soal tidak mengandung kata/ungkapan yang dapat menyinggung perasaan siswa	✓			

a. Tes kemampuan berpikir kritis

Instrumen tes kemampuan berpikir kritis mengangkat materi ekosistem yang disusun berdasarkan capaian pembelajaran Fase E. Terdapat 10 soal berbentuk esai. Lembar soal tes disusun berdasarkan indikator berpikir kritis menurut Facione (2015). Masing-masing butir soal mewakili indikator dan sub-keterampilan yang diuji. Kisi-kisi lembar soal tes dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 5. Kisi-Kisi Tes Keterampilan Berpikir Kritis

Indikator	Sub-Keterampilan	Nomor Butir Soal	Jumlah
Interpretasi	Mengklarifikasi makna	1,2	2
Analisis	Menganalisis argumen	3,4	2
Evaluasi	Menilai hubungan aktual	5,6	2
Inferensi	Menduga kejadian alternatif	7,8	2
Eksplanasi	Menyajikan argumen yang lengkap dan beralasan	9	1
Pengaturan Diri	Mengoreksi diri	10	1

a. Angket Tanggapan Peserta Didik

Angket tanggapan diukur menggunakan skala likert dengan skor 1,2,3 dan 4 untuk mengetahui tanggapan sangat setuju (SS), setuju (S), tidak setuju (TS), dan sangat tidak setuju (STS). Angket tanggapan peserta didik terdiri atas 10 butir pertanyaan yang tersedia. Butir pertanyaan 1 sampai dengan 5 adalah tanggapan peserta didik terhadap proses pembelajaran, sedangkan butir 6 sampai dengan 10 adalah tanggapan peserta didik terhadap media pembelajaran.

3.7 Teknik Analisis Data

1. Perhitungan nilai hasil *pretest* dan *posttest*

Perhitungan nilai *pretest* dan *posttest* dilakukan setelah diperoleh data skor dari kedua tes kemampuan berpikir kritis peserta didik. Data *pretest* dan

posttest digunakan untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis peserta didik sebelum dan sesudah diterapkannya pembelajaran terimplementasi *Deep Learning* berbantuan media *Augmented Reality* (AR). Teknik analisis data kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam penelitian ini menggunakan uji statistik. Sebelum dilakukan pengujian hipotesis, data terlebih dahulu diuji prasyarat analisis yang meliputi perhitungan nilai *N-gain*, uji normalitas, dan uji homogenitas. Perhitungan *N-gain* bertujuan untuk mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik setelah diterapkan pembelajaran *Deep Learning* berbantuan media *Augmented Reality* (AR).

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data kemampuan berpikir kritis peserta didik berdistribusi normal, sedangkan uji homogenitas digunakan untuk mengetahui kesamaan varians antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Setelah memenuhi uji prasyarat, pengujian hipotesis dilakukan untuk mengetahui pengaruh pembelajaran terimplementasi *Deep Learning* berbantuan media *Augmented Reality* (AR) terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik. Seluruh analisis data dilakukan dengan bantuan perangkat lunak SPSS versi 25.

a. *N-gain*

Hasil *pretest* dan *posttest* kemudian dihitung *Normalized Gain* (*N-Gain*) untuk mengukur peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik kelompok eksperimen dan kontrol.

Menurut Sesmiyanti dkk. (2019), Uji *N-Gain* dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Normalized - gain} = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor maksimum} - \text{skor pretest}} \times 100$$

Tabel 6. Kriteria Uji N-Gain

Interval Koefisien	Kategori
$N-Gain \leq 0,30$	Rendah
$0,30 < N-Gain < 0,70$	Sedang
$N-Gain \geq 0,70$	Tinggi

Sumber : (Sesmiyanti dkk, 2019)

b) Uji Normalitas

Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui sampel dari populasi berdistribusi normal atau tidak. Uji normalitas dapat dilakukan menggunakan aplikasi SPSS versi 29 dengan menggunakan analisis *Shapiro-wilk*. Hipotesis dan kriteria uji pada SPSS (Purnomo, 2016) adalah sebagai berikut:

1. Hipotesis

H_0 : Data berdistribusi normal, H_0 diterima apabila nilai signifikansi atau nilai probabilitas $> 0,05$, sementara itu

H_1 : Data tidak berdistribusi normal, H_1 diterima apabila nilai signifikansi atau nilai probabilitas $< 0,05$.

2. Kriteria Pengujian

a. Jika nilai sig $< 0,05$ maka H_0 ditolak (hal ini berarti data terdistribusi tidak normal)

b. Jika nilai sig $> 0,05$ maka H_0 diterima (hal ini berarti data terdistribusi normal)

c. Uji Homogenitas

Uji homogenitas bertujuan untuk mencari tahu apakah dari beberapa kelompok data penelitian memiliki variansi sama (homogen) atau tidak sama (heterogen) (Nuryadi *et al.*, 2017). Uji homogenitas ini dapat dilakukan setelah mendapatkan hasil data uji normalitas yang berdistribusi normal. Dalam penelitian ini uji homogenitas menggunakan Uji *Levene's Test* pada taraf signifikansi 5% atau $\alpha = 0,05$.

1. Apabila nilai signifikansi *levене's test* $< 0,05$ maka kelompok data memiliki varian tidak sama atau tidak homogen.

2. Apabila nilai signifikansi *levene's test* $> 0,05$ maka kelompok data memiliki varian yang sama atau homogen.

d. Uji Hipotesa

Uji hipotesis dilaksanakan setelah melakukan uji prasyarat. Pengujian hipotesis data yang terdistribusi normal dan homogen menggunakan uji-t. Uji-t yang digunakan adalah Independent Sampel T-Test dengan bantuan program SPSS. Uji-t dilakukan untuk mengetahui perbedaan rata-rata hasil belajar peserta didik pada kelompok eksperimen dan kelompok kontrol. Jika data tidak memenuhi normalitas dan homogenitas maka digunakan uji *Mann Whitney*. Pada uji hipotesis ini menggunakan taraf signifikan 0,05 dengan dasar pengambilan keputusan sebagai berikut (Nur, P., Indah, 2016):

1. Jika nilai sig. (2-tailed) $> 0,05$ maka H_0 diterima dan H_1 ditolak
2. Jika nilai sig. (2-tailed) $< 0,05$ maka H_0 ditolak dan H_1 diterima

e. Uji Pengaruh (*Effect Size*)

Effect Size merupakan pengukuran besarnya efek suatu variabel bebas pada variabel terikat, besarnya perbedaan maupun hubungan yang bebas dari pengaruh besarnya sampel (Santoso, 2010).

$$d = \frac{\bar{x}_t - \bar{x}_c}{\text{Spooled}} \times 100\%$$

Keterangan :

d = Nilai *effect size*

\bar{x}_t = Nilai rata-rata kelas eksperimen

\bar{x}_c = Nilai rata-rata kelas kontrol

Spooled = Standar deviasi

Ukuran efek dikategorikan pada tingkatan menurut *Cohen's* ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 7. Kriteria Interpretasi Nilai *Effect size*

Nilai <i>Effect size</i>	Interpretasi efektivitas
$d < 0,199$	Tidak efektif
$0,20 < d < 0,499$	Rendah

$0,50 > d < 0,799$	Sedang
$d \geq 0,80$	Tinggi

Sumber : (Cohen, 1998)

3. Angket Tanggapan Peserta Didik

Angket tanggapan peserta didik digunakan untuk mengetahui respons peserta didik terhadap penerapan model *Discovery Learning* terimplementasi *Deep Learning* berbantuan media *Augmented Reality* pada materi ekosistem. Angket diberikan kepada peserta didik kelas eksperimen setelah seluruh rangkaian pembelajaran selesai dilaksanakan.

Angket ini disusun menggunakan skala *Likert* dengan empat alternatif jawaban, yaitu sangat setuju (SS) dengan skor 4, setuju (S) dengan skor 3, tidak setuju (TS) dengan skor 2, dan sangat tidak setuju (STS) dengan skor 1. Angket tanggapan peserta didik mencakup aspek ketertarikan terhadap pembelajaran, kemudahan memahami materi ekosistem, keaktifan dalam pembelajaran, serta dukungan media *Augmented Reality* dalam membantu proses berpikir kritis.

Data yang diperoleh dari angket kemudian dianalisis dengan menghitung persentase skor menggunakan rumus berikut (Farida *et al.*, 2024):

$$P = \frac{\Sigma R}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

P = nilai tanggapan peserta didik

ΣR = total nilai jawaban responden pada tiap butir pertanyaan

N = skor maksimum

Hasil persentase yang didapat kemudian dikategorisasi menggunakan kriteria berikut:

Tabel 8. Kriteria Interpretasi Tanggapan Peserta Didik

Skor	Keterangan
$0% < P \leq 21%$	Sangat kurang baik
$21% < P \leq 41%$	Kurang baik
$41% < P \leq 61%$	Cukup
$61% < P \leq 81%$	Baik
$81% < P \leq 100%$	Sangat baik

Sumber: (Farida dkk, 2024)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Penerapan model *Discovery Learning* terimplementasi *Deep Learning* berbantuan media *Augmented Reality* berpengaruh signifikan ($p < 0,05$) terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi ekosistem.
2. Tanggapan peserta didik terhadap penerapan model *Discovery Learning* terimplementasi *Deep Learning* berbantuan media *Augmented Reality* berada pada kategori sangat baik.

5.2 Saran

Berdasarkan temuan dari penelitian yang telah dilakukan, penulis memberikan beberapa masukan sebagai berikut.

1. Sebelum pembelajaran melakukan persiapan teknis secara matang seperti memastikan koneksi internet yang stabil di ruang kelas serta melakukan uji coba pemindaian barcode *Augmented Reality* terlebih dahulu.
2. Perlu penguatan pada aspek interpretasi dalam keterampilan berpikir kritis, karena kemampuan peserta didik dalam memaknai dan menginterpretasikan informasi dari suatu fenomena secara mendalam belum berkembang secara optimal. Penelitian berikutnya perlu menghadirkan stimulus berupa fenomena ekosistem yang lebih beragam dan kontekstual dalam proses pembelajaran, sehingga peserta didik mendapatkan lebih banyak kesempatan untuk berlatih menginterpretasikan berbagai informasi secara kritis dan bermakna secara mandiri.

DAFTAR PUSTAKA

- Akmal, A. N., Maelasari, N., Ilmu, T., & Islam, P. (2025). Pemahaman Deep Learning Dalam Pendidikan : Analisis Literatur Melalui Metode Systematic Literature Review (SLR). *IIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 8(3), 1–17.
- Al, M. A., Nasution, H., Suryana, E.(2023). *Rancangan Media Pembelajaran Berupa Aplikasi Augmented Reality Berbasis. 19(2)*, 528–537.
- Alkhabra, Y. A., Ibrahem, U. M., & Alkhabra, S. A. (2023). *Augmented Reality technology in enhancing learning retention and critical thinking according to STEAM program. Humanities and Social Sciences Communications*, 10(1), 1–10. <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01650-w>
- Alsaleh, N. J. (2020). Teaching Critical Thinking Skills: Literature Review. *TOJET: The Turkish Online Journal Of Educational Technology*, 19(1), 21–39.
- Amalia, R., & Prasetyo, T. (2025). Pengembangan Media Pembelajaran *Augmented Reality* Sebagai Inovasi Pendidikan Di Era Revolusi Industri 4.0: Kajian Literatur Sistematis. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar (JIPDAS)*, 5(2), 175–184.
- Anwar, Y., Slamet, A., & Daniaty, U. (2023). Improving critical thinking skills through *discovery* learning models assisted animation video on digestive system material. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 9(3), 433–444. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v9i3.27081>
- Approaches, S. (2021). The Effect Of The COVID-19 Pandemic On Learning Quality And Practices In Higher Education — Using Deep And Surface Approaches. *Education Sciences*, 1(9), 462-478.
- Ardhana, D., Fajrina, S., Syamsurizal, & Fitri, R. (2025). Implementasi *Problem Based Learning* berbasis *Deep Learning* untuk meningkatkan berpikir kritis siswa pada materi sistem ekskresi di SMA. *EDUBIOPRENA: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi, Biologi, & Bioentrepreneurship*, 2(1), 1–12.
- Arif, M. N., Parawansyah, M. I., Huda, F. H., & Zulfahmi, M. N. (2025). Strategi Menumbuhkan Minat Belajar Siswa Melalui Pendekatan Deep Learning. *Jurnal Muassis Pendidikan Dasar*, 1(4), 8–16.

- Aripin, I., Susilawati, & Mulyani, H. (2024). The Effect of *Augmented Reality*-Based Learning Media on Students' Higher Order Thinking Skills in Biology. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 13(2), 178–185.
- Augmented Reality* learning media to enhance students' critical thinking ability. *International Journal of Education*, 16(2), 109–122. <https://doi.org/10.17509/ije.v16i2.50329>
- B, Y. D., & Hanif, M. (2019). Using Learning Media To Increase Learning Motivation In Elementary School. *Anatolian Journal Of Education*, 4(2), 53–60. <https://doi.org/10.29333/Aje.2019.426a>
- Banawi, A. (2019). Implementasi Pendekatan Saintifik Pada Sintaks Discovery/Inquiry Learning, Based Learning, Project Based Learning. *Jurnal Biology Science & Education*, 8(1), 90–100.
- Bruner, J. S. (1960). *The Process Of Education*. Harvard:Harvard University Press.
- Chusni, M. M., Saputro, S., Suranto, & Rahardjo, S. B. (2020). The Potential Of Discovery Learning Models To Empower Students' Critical Thinking Skills. *Journal Of Physics: Conference Series*, 1464(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1464/1/012036>
- Cohen, J. (1998). *Statistical Power Analysis For The Behavioral Sciences (2nd Ed.)*. Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.
- Damopolii, I., Paiki, F. F., & Nunaki, J. H. (2022). The development of comic book as marker of *Augmented Reality* to raise students' critical thinking. *TEM Journal*, 11(1), 348–355. <https://doi.org/10.18421/TEM111-44>
- Dani, A., Supriatno, B., & Riandi. (2023). Discovery Learning Model to Improve Critical Thinking Skills in Ecosystem Material. *Jurnal Pendidikan Sains*, 11(2), 58–65.
- Dessye, J., Rachman, R. S., Wiliyanti, V., Tumiwa, J., Belajar, H., & Tinggi, P. (2024). *Implementasi Teknologi Augmented Reality Dalam Pembelajaran : Dampak Terhadap Hasil Belajar*. 7, 16198–16204.
- Dwi Nugraheni Rositawati. (2018). Kajian Berpikir Kritis Pada Metode Inkuiri. *Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika Dan Aplikasinya)*, 74–84.
- Facione, P. A. (2011). Critical Thinking : What It Is And Why It Counts. *Insight Assessment*, ISBN 13: 978-1-891557-07-1., 1–28. <https://www.insightassessment.com/ct-resources/teaching-for-and-about-critical-thinking/critical-thinking-what-it-is-and-why-it-counts/critical-thinking-what-it-is-and-why-it-counts-pdf>

- Fatmawaty. (2024). Deep Learning : Sebuah Pendekatan Untuk Pembelajaran Bermakna Fatmawaty Universitas Islam Negeri Raden Fatah Palembang, Indonesia. *Harmoni Pendidikan: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 71–85. <https://doi.org/10.62383/hardik.v1i1.2121>
- Junaidi, A., & Wulandari, D. (2020). *Buku Panduan Penyusunan Kurikulum Pendidikan Tinggi Di Era Industri 4.0 Untuk Mendukung Merdeka Belajar-Kampus Merdeka*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Dan Kebudayaan:
- Kasanah, S. S., Kusrina, T., & Prihatin, Y. (2026). Implementasi pembelajaran biologi berbasis HIOH dengan pendekatan *deep learning* untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 11(1), 346–351. <https://doi.org/10.29303/jipp.v11i1.4461>
- Kementrian Pendidikan Dan Kebudayaan, Badan Pengembangan Sumber Daya Manusia, P. Dan K. Dan P. M. (2013). *Pendidikan Tentang Model Pembelajaran Penemuan (Discovery Learning)*. Kementrian Pendidikan Nasional.
- Khasinah, S. (2021). Discovery Learning : Definisi , Sintaksis , Keunggulan Pendahuluan Discovery Learning Adalah Satu Di Antara Beberapa Model Pembelajaran Yang Direkomendasikan Dalam Kurikulum Yang Merujuk Pada Permendikbud No . 103 Tahun 2014 . Rekomendasi Ini Diberikan Te. *Jurnal MUDARRISUNA: Media Kajian Pendidikan Agama Islam*, 11, 402–413. <file:///c:/users/hp/downloads/5821-32901-1-pb.pdf>
- Kincheloe, J. L., & Horn, R. A. J. (2007). *The Praeger Handbookk Of Education And Psychology (Vols, 1-40)*. Praeger Bloomsbury Academic.
- Kurniawan, A. D., Sari, N., & Hasanah, U. (2023). The 21st century education: A systematic literature review of transforming learning methods to foster critical thinking skills through *Augmented Reality* in science learning. *Jurnal Eduscience*, 10(2), 48–62.
- Lismaya, L. (2019). *Berpikir Kritis & PBL:(Problem Based Learning)*. Media Sahbat Cendekia.
- Mustaqim, I. (2016). Pemanfaatan *Augmented Reality* Sebagai Media Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan*, 13(2), 594–605. <https://doi.org/10.23887/Jptk.V13i2.8525>
- Mystakidis, S. (2021). *Deep Meaningful Learning*. 988–997.
- Nengsih, N., Eka, A. E. S., & Sunandar, A. (2023). Development of *Augmented Reality* learning media based on Assemblr Studio web in ecosystem material. *JINoP (Jurnal Inovasi Pembelajaran)*, 9(2), 277–291. <https://doi.org/10.22219/jinop.v9i2.25251>

- Nurhayati, Rusdi, & Isfaeni, H. (2022). The application of mobile *Augmented Reality* to improve learning outcomes in senior high schools. *International Journal of Information and Education Technology*, 12(7), 691–695. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2022.12.7.1672>
- Nur, P., Indah, P. & S. (2016). Efektivitas Model Problem Based Learning (PBL) Terhadap Hasil Belajar Maha Peserta Didik Prodi Pendidikan Biologi Universitas Sulawesi Barat. *Jurnal Saintifik*. 2, 2(2), 134–141.
- Nuri, A. R. U., Sajidan, S., Oetomo, D., Prasetyanti, N. M., & Parmin, P. (2019). Improving Indonesian Senior High School Students' Critical Thinking Skill Through Science Integrated Learning (SIL) Model. *Tadris: Jurnal Keguruan Dan Ilmu Tarbiyah*, 4(2), 145–158. <https://doi.org/10.24042/tadris.v4i2.3144>
- Nurrahma, A., & Utami, W. (2025). *Augmented Reality*-Based Discovery Learning: An Effective Strategy To Improve Critical Thinking In Sciences For Grade IV. *Lectura: Jurnal Pendidikan*, 16, 293–306.
- Nuri, A. R. U., Sajidan, S., Oetomo, D., Prasetyanti, N. M., & Parmin, P. (2019). Improving Indonesian Senior High School Students' Critical Thinking Skill Through Science Integrated Learning (SIL) Model. *Tadris: Jurnal Keguruan Dan Ilmu Tarbiyah*, 4(2), 145–158. <https://doi.org/10.24042/Tadris.V4i2.3144>
- Nuryadi, Astuti, T. D., Utami, E. S., & Budiantara, M. (2017). Buku Ajar Dasar-Dasar Statistik Penelitian. In *Sibuku Media*.
- OECD. (N.D.). PISA 2022 Result (Volume I & II). *Country Notes: Indonesia*. Publishing. https://www.oecd.org/en/publications/pisa-2022-results-volume-i-and-ii-country-notes_ed6fbcc5-en/indonesia_c2e1ae0e-en.html
- Oktafiani, R., Haka, N. B., & Roniawati. (2024). The impact of the jurisprudential analytical inquiry learning model assisted by *Augmented Reality* (Assemblr Edu) on critical thinking abilities in biology for 10th grade high school students. *International Journal Education and Computer Studies (IJECS)*, 4(1), 1–9. <https://doi.org/10.35870/ijecs.v4i1.1949>
- Oktaviani, W., Kristin, F., & Anugraheni, I. (2018). Penerapan Model Pembelajaran Discovery Learning Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Dan Hasil Belajar Matematika Siswa Kelas 5 Sd. *Jurnal Basicedu*, 2(2), 5–10. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v2i2.41>
- Otto, S., Körner, F., Marschke, B. A., Merten, M. J., Brandt, S., Sotiriou, S., Bogner, F. X., Otto, S., Körner, F., Marschke, B. A., Merten, M. J., Brandt, S., Sotiriou, S., & Bogner, F. X. (2020). Deeper Learning As

Integrated Knowledge And Fascination For Science. *International Journal Of Science Education*, 1(5), 1–28.
<https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1730476>

- Pugu, M. R., Riyanto, S., & Haryadi, R. N. (2024). *Metodologi Penelitian; Konsep, Strategi, Dan Aplikasi*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Purnomo, R. . (2016). *Analisis Statistik Ekonomi Dan Bisnis Dengan SPSS*. CV. Wade Group Bekerjasama Dengan UNMUH Ponorogo Press.
- Radiusman & Juliani, L. (2022). Efektivitas penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi *Augmented Reality* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa sekolah dasar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar*, 7(1), 42–54.
<https://doi.org/10.30659/pendas.7.1.42-54>
- Rahmasari, A. A., Zulaikha, D. F., Pujianto, P., & Jumadi, J. (2022). The Effect Of Problem Based Learning Integrated E-Books To Improve Learning Motivation In Physics For High School Students. *Jurnal Pendidikan Progresif*, 12(2), 558–568. <https://doi.org/10.23960/jpp.v12.i2.202213>
- Raup, A., Ridwan, W., Khoeriyah, Y., Supiana, S., & Zaqiah, Q. Y. (2022). Deep Learning Dan Penerapannya Dalam Pembelajaran. *JIIP - Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 5(9), 3258–3267. <https://doi.org/10.54371/jiip.v5i9.805>
- Retnaningtyas, T. A., Suprpto, N., & Achmadi, H. R. (2021). Studi Literatur Pemanfaatan Media *Augmented Reality* Untuk Meningkatkan Keterampilan Retnaningtyas Peserta Didik. *IPF: Inovasi Pendidikan Fisika*, 10(1), 39–49. <https://doi.org/10.26740/ipf.v10n1.p39-49>
- Rusmala Dewi, D. (2019). *Pengembangan Kurikulum Di Indonesia Menghadapai Tuntunan Abad Ke-21*. 1–22.
- Santoso. (2010). Studi Deskriptif Effect Size Penelitian-Penelitian Di Fakultas Psikologi Pendidikan Universitas Sanata Dharma. *Jurnal Penelitian*, 14(1), 1–17.
- Simanungkalit, K. E. (2025). Deep Learning Untuk Pembelajaran Bahasa Indonesia: Strategi, Efektivitas, Dan Peluang. *Boraspati Journal: Journal Of Bilingualism, Organization, Research, Articles, Studies In Pedagogy, Anthropology, Theory, And Indigenous Cultures*, 2(3), 203–2015.
<https://doi.org/10.64674/boraspatijournal.v2i3.25>
- Sugiarso, (2024). Penerapan Teknologi *Augmented Reality* Dalam Menyajikan Materi Pembelajaran Untuk Meningkatkan Minat Belajar Siswa. *Jurnal Review Pendidikan Dan Pengajaran* 7, 7(2), 4999–5004.
- Sugiyono. (2019). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D*. Alfabeta.

- Ulfita Sari, Salim Salim, & Safran Hasibuan. (2024). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Ilmiah Peserta Didik. *Jurnal Nakula : Pusat Ilmu Pendidikan, Bahasa Dan Ilmu Sosial*, 2(6), 294–305.
<https://doi.org/10.61132/nakula.v2i6.1342>
- Utami, F., Rukiyah, R., & Andika, W. D. (2021). Pengembangan Media Flashcard Berbasis *Augmented Reality* Pada Materi Mengenal Binatang Laut. *Jurnal Obsesi : Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 5(2), 1718–1728.
<https://doi.org/10.31004/obsesi.v5i2.933>
- Wahyuni, S., Mulyani, S., & Dwiastuti, S. (2023). Discovery learning to improve students' critical thinking: A literature review study. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 9(2), 178–192.
<https://doi.org/10.22219/jpbi.v9i2.24901> Westwood, P. (N.D.). *Teaching Methods*.