

**PENELITIAN DASAR
PROGRAM STUDI**

LAPORAN PENELITIAN



**PENGEMBANGAN BUKU MODEL PEMBELAJARAN
BERBASIS KETERAMPILAN ABAD 21 DAN ISU-ISU
SOSIO-SAINTEK: UPAYA MEMPERKUAT
KOMPETENSI PEDAGOGIK MAHASISWA
CALON GURU BIOLOGI**

PENELITI:

Umami Nur Afinni Dwi Jayanti, M. Pd (Ketua)
Miza Nina Adlini, M.Pd. (Anggota)

Dibiayai oleh Dana DIPA Universitas Islam Negeri Sumatera Utara
Sesuai Surat Perjanjian tentang Pelaksanaan Bantuan Penelitian Dasar
Program Studi Tahun Anggaran 2024

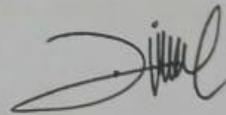
Nomor: B.24/Un.11. R/L2.3/KS/0.2/03/2024 Tanggal 15 Maret 2024,
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara,
Kementerian Agama

**LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN
KEPADA MASYARAKAT (LP2M)
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
SUMATERA UTARA MEDAN
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

1. a. Judul Penelitian Pengembangan Buku Model Pembelajaran Berbasis Keterampilan Abad 21 dan Isu-isu Sosio-Saintifik: Upaya Memperkuat Kompetensi Pedagogik Mahasiswa Calon Guru Biologi
- b. Kluster Penelitian Penelitian Dasar Program Studi / PT
- c. Bidang Keilmuan Perencanaan Pembelajaran Biologi dan Media Pembelajaran Biologi
- d. Kategori Kelompok
2. Peneliti Ummi Nur Afinni Dwi Jayanti., M.Pd.
Miza Nina Adlini, M.Pd.
3. ID Peneliti 20100820190938
20100822110932
4. Unit Kerja Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan/
Tadris Biologi
5. Waktu Penelitian Maret-September 2024
6. Lokasi Penelitian UIN Sumatera Utara Medan
7. Biaya Penelitian Rp. 40.000.000, - (Empat puluh juta rupiah)

Medan, 04 Oktober 2024
Ketua Peneliti,



Umami Nur Afinni D.J., M.Pd.
NIP. 199210232019032024



SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertanda tangan di bawah ini;

Nama : Ummi Nur Afinni Dwi Jayanti, M.Pd.
Jabatan : Lektor
Unit Kerja : Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan/
Tadris Biologi
Alamat : Perumahan Pondok Milenial Blok E4, Jl.
Persatuan Timur, Percut Sei Tuan, Deli
Serdang, Sumatera Utara

dengan ini menyatakan bahwa:

1. Judul penelitian "Pengembangan Buku Model Pembelajaran Berbasis Ketempilan Abad 21 dan Isu-isu Sosio-Saintifik: Upaya Memperkuat Kompetensi Pedagogik Mahasiswa Calon Guru Biologi" merupakan karya orisinal saya.
2. Jika di kemudian hari ditemukan fakta bahwa judul, hasil atau bagian dari laporan penelitian saya merupakan karya orang lain dan/atau plagiasi, maka saya akan bertanggung jawab untuk mengembalikan 100% dana hibah penelitian yang telah saya terima, dan siap mendapatkan sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Medan, 04 Oktober 2024

Yang Menyatakan,



Ummi Nur Afinni Dwi Jayanti, M.Pd.
NIP. 199210232019032024

ABSTRAK

Jayanti, U.N.A.D.J & Adlini, M.N. (2023). **Pengembangan Buku Model Pembelajaran Berbasis Keterampilan Abad 21 dan Isu-isu Sosio-Saintifik: Upaya Memperkuat Kompetensi Pedagogik Mahasiswa Calon Guru Biologi**

Penelitian ini membahas terbatasnya buku referensi yang menjelaskan sintaks pembelajaran abad ke-21 dan isu-isu sosiosaintifik secara menyeluruh. Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang dan mengembangkan sumber belajar yang menggabungkan model pembelajaran keterampilan abad ke-21 dengan isu-isu sosiosaintifik, menggunakan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) oleh Thiagarajan (1974). Penelitian ini dilakukan dari Maret hingga September 2024 di UIN Sumatera Utara Medan dengan peserta mahasiswa Pendidikan Biologi yang sedang atau telah mengikuti mata kuliah Strategi Pembelajaran Biologi. Data dikumpulkan melalui kuesioner dan studi dokumentasi. Analisis awal menunjukkan bahwa mahasiswa kesulitan memahami langkah-langkah model pembelajaran yang mendukung keterampilan abad ke-21 dan isu-isu sosiosaintifik. Untuk mengatasi masalah ini, dikembangkan sebuah buku pembelajaran yang lengkap, dengan fokus pada keterampilan abad ke-21, sintaks pembelajaran, dan integrasi isu-isu sosiosaintifik. Buku ini telah divalidasi oleh ahli dan dianggap praktis oleh pengguna. Hasil penelitian ini menegaskan pentingnya peningkatan sumber belajar di mata kuliah ini, serta pentingnya isu-isu sosiosaintifik dalam mengembangkan keterampilan abad ke-21. Studi ini memberikan kontribusi bagi kemajuan strategi pembelajaran dan menyediakan sumber yang bermanfaat bagi pendidik dan mahasiswa dalam menghadapi tuntutan abad ke-21.

Kata Kunci: Keterampilan Abad 21; Kompetensi Pedagogik; Isu Sosio-Saintifik

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Penelitian BOPTN Tahun Anggaran 2024 dengan judul **“Pengembangan Buku Model Pembelajaran berbasis Keterampilan Abad 21 dan Isu-Isu Sosio-Saintifik: Upaya Memperkuat Kompetensi Pedagogik Mahasiswa Calon Guru Biologi”**.

Laporan penelitian ini merupakan laporan pelaksanaan penelitian yang dilakukan peneliti. Laporan ini menjadi bagian dari akuntabilitas penelitian bagi peneliti dan pengelola yaitu LP2M UIN Sumatera Utara. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan laporan penelitian ini masih memiliki kekurangan. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan masukan dan saran untuk penyempurnaan penulisan laporan ini. Atas saran yang telah diberikan, penulis mengucapkan terimakasih

Medan, 04 Oktober 2024

Ketua Peneliti,



Ummi Nur Afinni Dwi Jayanti, M. Pd

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah.....	5
C. Tujuan dan Manfaat.....	6
D. Manfaat Penelitian.....	7
BAB II KAJIAN TEORI	8
A. Keterampilan Abad ke-21.....	8
B. Isu Sosio-Saintifik.....	12
C. Guru Biologi.....	15
D. Kompetensi Pedagogik.....	18
E. Penelitian Terdahulu.....	22
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	25
A. Jenis Penelitian.....	25
B. Model Pengembangan.....	25
C. Prosedur Pengembangan.....	25
D. Subyek Uji Coba Lapangan.....	29
E. Uji Coba Produk.....	29
F. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data.....	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
A. Pendefinisian (<i>Define</i>).....	34
B. Perancangan (<i>Design</i>).....	71
C. Pengembangan (<i>Develop</i>).....	73
D. Penyebaran (<i>Disseminate</i>).....	86
BAB V PENUTUP	91
A. Kesimpulan.....	91
B. Saran.....	92
DAFTAR PUSTAKA	93
LAMPIRAN	99

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pendidikan adalah fondasi utama dalam membentuk generasi penerus yang unggul dan adaptif terhadap perubahan zaman. Di tengah pesatnya perkembangan teknologi dan dinamika sosial masyarakat, guru diharapkan mampu melampaui peran konvensional mereka. Khususnya bagi calon guru biologi, tantangan semakin kompleks dengan memasuki era keterampilan abad ke-21. Di era globalisasi dan perkembangan teknologi yang pesat, mahasiswa calon guru biologi perlu dibekali dengan kompetensi pedagogik yang kuat untuk menghadapi tantangan pendidikan abad ke-21.

Kompetensi pedagogik tidak hanya mencakup kemampuan mengajar di kelas, tetapi juga kemampuan untuk merancang dan mengimplementasikan pembelajaran yang inovatif dan relevan dengan perkembangan zaman. Pentingnya pengembangan keterampilan abad ke-21 bagi siswa diakui secara luas dalam literatur pendidikan (Mardhiyah dkk, 2021). Keterampilan seperti berpikir kritis, kreatif, komunikatif, dan kolaboratif menjadi esensial dalam mempersiapkan siswa menghadapi tantangan kompleks di dunia modern. Oleh karena itu, mahasiswa calon guru biologi harus mampu mengintegrasikan keterampilan abad 21 seperti

berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi ke dalam proses pembelajaran. Salah satunya yaitu dengan memberikan pemahaman kepada mahasiswa terkait model pembelajaran yang dapat memfasilitasi pengembangan keterampilan abad 21 secara efektif (Agustinova dkk, 2022) dalam kurikulum biologi, khususnya bagi mahasiswa calon guru biologi yang akan membawa dampak pada peserta didik mereka.

Selain itu, mahasiswa calon guru juga perlu memiliki pemahaman yang mendalam tentang isu-isu sosio-saintifik. Isu-isu sosio-saintifik, yang mencakup aspek sosial, lingkungan, dan etika dalam konteks ilmu pengetahuan, menjadi semakin penting dalam mendidik generasi masa depan. Mahasiswa calon guru biologi harus mampu mengintegrasikan isu-isu ini ke dalam pembelajaran sehingga siswa dapat memahami dampak ilmu pengetahuan terhadap masyarakat dan lingkungan. Dengan adanya pembelajaran berbasis sosiosaintifik, siswa akan terstimulasi dalam berdiskusi dan berargumentasi, sehingga meningkatkan kemampuan berpikir mereka (Rahayu dkk, 2020; Viyanti dkk, 2016). Dengan demikian, penguatan kompetensi pedagogik melalui pengembangan buku model pembelajaran yang komprehensif dan integratif menjadi sangat penting untuk mempersiapkan mahasiswa calon guru biologi menghadapi tantangan dan kebutuhan pendidikan masa depan.

Walaupun demikian, fakta di lapangan menunjukkan bahwa belum semua mahasiswa calon guru memiliki kemampuan pedagogik yang memadai. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Jayanti (2020) terkait analisis keterampilan mahasiswa calon guru biologi dalam merencanakan

pembelajaran yang menunjukkan mahasiswa kurang terampil dalam merancang rencana pelaksanaan pembelajaran. Umumnya, mahasiswa masih belum terampil dalam membuat kegiatan pembelajaran sesuai dengan sintaks model pembelajaran. Hasil penelitian ini diperkuat dengan penelitian Jayanti (2022) yang menunjukkan bahwa mahasiswa masih kesulitan memahami variasi model pembelajaran.

Selain itu, kekurangan materi pembelajaran yang relevan dengan isu sosio-saintifik merupakan salah satu masalah utama dalam pendidikan biologi. Materi yang ada sering kali kurang mendalam dalam membahas isu-isu penting seperti perubahan iklim, bioteknologi, dan kesehatan masyarakat, yang merupakan topik krusial dalam konteks global saat ini (Zeidler & Nichols, 2009). Penelitian oleh Zeidler dan Nichols (2009) menunjukkan bahwa integrasi isu sosio-saintifik dalam kurikulum dapat meningkatkan literasi ilmiah dan kemampuan berpikir kritis siswa. Namun, banyak materi pembelajaran saat ini masih berfokus pada konsep-konsep biologi tradisional tanpa mengaitkannya dengan konteks sosial dan saintifik yang lebih luas (Sadler et al., 2013). Akibatnya, terdapat kesenjangan dalam pemahaman siswa mengenai aplikasi ilmu biologi dalam kehidupan nyata dan tantangan global yang ada (Miller & Aikenhead, 2018).

Lebih lanjut, terbatasnya pengetahuan mahasiswa calon guru biologi terhadap isu sosio-saintifik merupakan masalah signifikan dalam pendidikan tinggi. Penelitian oleh Sadler dkk. (2006) menunjukkan bahwa calon guru sering kurang memahami bagaimana mengintegrasikan isu sosio-saintifik ke dalam pembelajaran biologi. Studi oleh Klosterman dan Sadler (2010) menemukan bahwa mahasiswa calon guru

mengalami kesulitan dalam mengaitkan konsep-konsep biologi dengan konteks sosial dan lingkungan, yang penting untuk mengajarkan isu-isu seperti perubahan iklim dan bioteknologi. Selain itu, penelitian oleh Levinson (2010) menyatakan bahwa pendidikan guru sering kali tidak memberikan pelatihan yang memadai mengenai isu-isu sosio-saintifik, sehingga calon guru merasa kurang percaya diri dalam mengajarkan topik-topik tersebut. Penelitian terbaru oleh Hsu dkk. (2019) menggarisbawahi bahwa kurikulum pendidikan guru perlu memasukkan pelatihan yang lebih baik mengenai isu sosio-saintifik untuk meningkatkan kesiapan calon guru dalam mengajarkan topik tersebut.

Keterbatasan pengetahuan ini menghambat kemampuan mereka untuk mempersiapkan siswa menghadapi tantangan global yang kompleks, menunjukkan perlunya perbaikan dalam kurikulum dan pelatihan guru yang lebih menekankan integrasi isu-isu sosio-saintifik. Selain itu, kurangnya literatur yang spesifik mengenai pengembangan buku model pembelajaran biologi berbasis keterampilan abad ke-21 dan isu-isu sosio-saintifik menjadi alasan kuat untuk menjalankan penelitian ini. Dengan mendekati penelitian ini secara holistik, diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pembaruan kurikulum pendidikan biologi dan pembekalan mahasiswa calon guru biologi dengan keterampilan yang relevan dan pengetahuan kontekstual. Lebih lanjut, penelitian oleh Kahl dkk. (2021) menunjukkan bahwa dukungan dan sumber daya tambahan sangat penting untuk membantu calon guru memahami dan mengajarkan isu-isu sosio-saintifik secara efektif.

Dengan memahami dan menanggapi perubahan ini, penelitian ini diharapkan dapat memberikan landasan bagi

pengembangan kurikulum biologi yang lebih adaptif, relevan, dan memberdayakan mahasiswa calon guru untuk menciptakan pengalaman belajar yang memotivasi dan mempersiapkan siswa untuk menghadapi dunia yang terus berkembang.

B. Rumusan Masalah

1. Identifikasi Permasalahan

Masalah yang teridentifikasi dari latar belakang yang dipaparkan antara lain:

- a. Pendidikan saat ini menekankan pada pengembangan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, dan komunikasi. Mahasiswa calon guru perlu dibekali untuk menghadapi tantangan mengajar di abad ke-21 yang ditandai dengan perubahan cepat dan kompleksitas tinggi.
- b. Mahasiswa masih kesulitan memahami variasi model pembelajaran yang merupakan salah satu aspek penting dalam kompetensi pedagogik guru.
- c. Isu sosio-saintifik (SSI) seperti perubahan iklim, bioteknologi, dan kesehatan masyarakat semakin krusial dalam kurikulum biologi. Namun, materi pembelajaran yang ada sering kali kurang mendalam dalam mengakomodasi isu-isu tersebut.
- d. Terdapat kekurangan buku model pembelajaran yang mampu secara menyeluruh menggabungkan keterampilan abad 21 dan isu-isu sosio-saintifik dalam satu kesatuan. Buku-buku yang ada cenderung hanya berfokus pada salah satu aspek saja.

2. Batasan Permasalahan

Batasan masalah dalam penelitian ini yaitu berfokus pada pengembangan buku model pembelajaran yang dapat meningkatkan kompetensi pedagogik mahasiswa calon guru biologi dengan menggabungkan keterampilan abad 21 dan isu-isu sosio-saintifik.

3. Rumusan Permasalahan

Rumusan masalah yang diangkat dalam penelitian ini yaitu:

- a) Bagaimana kevalidan buku model pembelajaran berbasis keterampilan abad 21 dan isu-isu sosio-saintifik?
- b) Bagaimana kepraktisan buku model pembelajaran berbasis keterampilan abad 21 dan isu-isu sosio-saintifik?
- c) Bagaimana keefektifan buku model pembelajaran berbasis keterampilan abad 21 dan isu-isu sosio-saintifik dalam meningkatkan kompetensi pedagogik mahasiswa calon guru biologi?

C. Tujuan dan Manfaat

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mendeskripsikan:

- a) Untuk mengetahui kevalidan buku model pembelajaran berbasis keterampilan abad 21 dan isu-isu sosio-saintifik
- b) Untuk mengetahui kepraktisan buku model pembelajaran berbasis keterampilan abad 21 dan isu-isu sosio-saintifik
- c) Untuk mengetahui keefektifan buku model pembelajaran berbasis keterampilan abad 21 dan isu-isu sosio-saintifik dalam meningkatkan kompetensi pedagogik mahasiswa calon guru biologi

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

- a. Memberikan pengembangan teori pembelajaran kontemporer dengan mengeksplorasi integrasi keterampilan Abad 21 dan isu-isu sosio-saintifik dalam konteks pembelajaran biologi
- b. Memperkaya literatur terkait teori pembelajaran konstruktivis yang modern
- c. Memberikan wawasan tentang pendekatan pembelajaran yang relevan dengan tuntutan zaman
- d. Landasan untuk pembaruan kurikulum pendidikan biologi yang lebih adaptif dan responsive terhadap perkembangan zaman

2. Manfaat Praktis

- a. Bagi mahasiswa, diharapkan dapat mengasah keterampilan mereka dalam mendesain dan menyampaikan pembelajaran yang tidak hanya informatif secara akademis, tetapi juga menanamkan keterampilan Abad 21 dan pemahaman tentang isu-isu sosio-saintifik kepada siswa
- b. Bagi dosen, hasil penelitian ini dapat menjadi referensi pembelajaran bagi mata kuliah bidang pendidikan untuk mengenalkan model pembelajaran yang lebih kontekstual dan relevan dengan kebutuhan peserta didik
- c. Bagi instansi, implementasi buku model pembelajaran berbasis keterampilan abad 21 dan isu-isu sosio-saintifik dapat meningkatkan kualitas lulusan calon guru biologi yang memiliki pemahaman kuat dalam disiplin ilmu biologi, tetapi juga dilengkapi dengan keterampilan pedagogik yang relevan dengan kebutuhan dunia kerja dan masyarakat

BAB II

KAJIAN TEORI

A. Keterampilan Abad ke-21

1. Definisi Keterampilan Abad 21

Keterampilan Abad 21 mencakup serangkaian keterampilan yang dianggap penting untuk menghadapi tuntutan zaman modern. Menurut P21 (Partnership for 21st Century Learning), keterampilan ini melibatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif, komunikasi efektif, kolaborasi, serta keterampilan literasi dan numerasi. Selain itu, keterampilan interpersonal, pemecahan masalah, kemampuan beradaptasi, dan literasi teknologi juga dianggap sebagai bagian integral dari keterampilan abad ke-21.

Pendidikan di abad ke-21 tidak hanya berfokus pada mentransfer pengetahuan, tetapi juga pada pengembangan keterampilan yang relevan dengan dunia nyata. Perubahan sosial, termasuk perkembangan teknologi dan globalisasi, telah mengubah cara kita bekerja, belajar, dan berinteraksi. Oleh karena itu, pendidikan harus beradaptasi dengan mengintegrasikan keterampilan abad ke-21 ke dalam kurikulum sehingga peserta didik dapat menjadi individu yang siap menghadapi kompleksitas dan dinamika masyarakat modern.

Keterampilan abad ke-21 erat kaitannya dengan Revolusi Industri 4.0, di mana teknologi digital dan

kecerdasan buatan menjadi inti dari perkembangan ekonomi dan industri. Kemampuan untuk beradaptasi dengan teknologi baru, pemahaman tentang data, dan kemampuan untuk memecahkan masalah kompleks menjadi semakin penting. Keterampilan abad ke-21 membantu individu untuk merespon dan memanfaatkan peluang yang ditawarkan oleh perubahan ini.

Dunia kerja modern membutuhkan lebih dari sekadar pengetahuan teknis. Kemampuan untuk berkomunikasi dengan baik, bekerja dalam tim, dan berpikir kreatif adalah kualitas yang dicari oleh pengusaha. Keterampilan abad ke-21 menjadi fondasi untuk mempersiapkan tenaga kerja yang dapat bersaing dan berinovasi di pasar global. Pendidikan yang mengutamakan pengembangan keterampilan ini akan menciptakan lulusan yang lebih siap menghadapi dinamika pekerjaan yang terus berkembang.

2. Keterkaitan Keterampilan Abad 21 dengan Pembelajaran Biologi

Keterampilan abad 21 memiliki relevansi khusus dalam konteks pembelajaran biologi. Dalam memahami dan memecahkan masalah biologis, siswa perlu mengembangkan kemampuan berpikir kritis, analitis, dan kreatif. Keterampilan literasi dan numerasi, yang merupakan komponen kunci keterampilan abad ke-21, menjadi esensial dalam menganalisis data eksperimen biologi, membaca literatur ilmiah, dan menyajikan temuan secara efektif.

Pembelajaran biologi sering melibatkan proyek kolaboratif dan penelitian berbasis tim. Oleh karena itu, pengembangan keterampilan kolaborasi dan komunikasi menjadi penting. Siswa perlu belajar bekerja sama dalam

kelompok, menyampaikan temuan mereka dengan jelas, dan mendiskusikan hasil eksperimen. Keterampilan ini tidak hanya mempersiapkan mereka untuk dunia akademis, tetapi juga menciptakan dasar untuk kemampuan bekerja dalam tim di dunia kerja.

Pemanfaatan teknologi menjadi komponen integral dari keterampilan abad ke-21 dalam pembelajaran biologi. Penggunaan perangkat lunak simulasi, pemodelan 3D, dan platform daring dapat memperkaya pengalaman pembelajaran siswa. Melalui penggunaan teknologi, siswa dapat mengembangkan literasi digital mereka, mengakses informasi secara efisien, dan memanfaatkan alat-alat digital untuk memahami konsep-konsep biologi dengan lebih mendalam.

Kreativitas dan inovasi merupakan aspek penting dalam pengembangan keterampilan abad ke-21 dalam konteks pembelajaran biologi. Guru biologi perlu merancang pendekatan pembelajaran yang merangsang kreativitas siswa, misalnya melalui proyek-proyek penelitian independen, desain eksperimen, atau pengembangan solusi untuk masalah-masalah biologis terkini. Hal ini tidak hanya meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa, tetapi juga mengaitkan pembelajaran biologi dengan aplikasi praktis dalam kehidupan sehari-hari.

3. Strategi Pembelajaran untuk Peningkatan Keterampilan Abad 21

Peningkatan keterampilan abad ke-21 dalam pembelajaran memerlukan strategi yang inovatif dan berorientasi pada pengembangan aspek kognitif, afektif, dan psikomotor siswa. Pertama, pendekatan berbasis proyek menjadi salah satu strategi yang efektif. Dalam konteks ini,

guru dapat merancang proyek-proyek autentik yang memerlukan siswa untuk berkolaborasi, berkomunikasi, dan menggunakan keterampilan kritis mereka untuk memecahkan masalah konkret. Proyek-proyek ini dapat mencakup penelitian ilmiah, pembuatan solusi inovatif, atau bahkan pengembangan proyek berbasis masyarakat yang terkait dengan isu-isu sosio-saintifik.

Strategi kedua adalah flipped classroom, di mana siswa memperoleh pemahaman dasar materi di rumah melalui materi pembelajaran daring, dan waktu di kelas digunakan untuk kegiatan yang lebih interaktif dan aplikatif. Pendekatan ini memberikan ruang bagi pengembangan keterampilan abad ke-21, seperti berpikir kritis dan berkomunikasi, karena siswa memiliki kesempatan untuk berdiskusi, berkolaborasi, dan menerapkan konsep dalam konteks kehidupan nyata. Metode ini juga mendukung pembelajaran mandiri dan memberikan siswa tanggung jawab atas proses pembelajaran mereka.

Selain itu, strategi berbasis teknologi dapat menjadi kunci dalam meningkatkan keterampilan abad ke-21. Penggunaan alat-alat digital, simulasi, dan platform daring tidak hanya meningkatkan literasi digital siswa tetapi juga memberikan mereka kesempatan untuk berkreasi, berinovasi, dan berkolaborasi secara virtual. Melalui teknologi, guru dapat membimbing siswa dalam penggunaan sumber daya digital untuk menyelesaikan tugas-tugas pembelajaran yang menantang, membangun kemampuan pemecahan masalah, dan memberikan kontribusi dalam konteks pembelajaran yang lebih luas. Strategi ini merangkul perkembangan teknologi dan menyelaraskan pembelajaran dengan tuntutan abad ke-21, mempersiapkan siswa untuk menghadapi tantangan masa depan dengan percaya diri dan terampil.

B. Isu Sosio-Saintifik

1. Definisi

Isu sosio-saintifik mencakup sejumlah topik yang mengintegrasikan aspek sosial dan saintifik. Definisi isu sosio-saintifik mengacu pada peristiwa, fenomena, atau masalah yang memerlukan pemahaman ilmiah sekaligus pertimbangan sosial dalam penanganannya. Isu-isu tersebut sering kali melibatkan dampak ilmu pengetahuan dan teknologi terhadap masyarakat, lingkungan, atau etika, dan memerlukan pembahasan holistik yang melibatkan ilmu pengetahuan, teknologi, dan nilai-nilai sosial.

Dalam konteks ini, isu sosio-saintifik dapat mencakup segala hal mulai dari perkembangan teknologi yang dapat mengubah dinamika pekerjaan dan kehidupan sosial, hingga dampak lingkungan dari kebijakan atau praktik tertentu. Sebagai contoh, perdebatan seputar penggunaan teknologi rekayasa genetika dalam pertanian atau implikasi kesehatan dari kemajuan medis sering kali merupakan isu sosio-saintifik. Definisi ini mencerminkan kompleksitas isu-isu tersebut, yang tidak hanya melibatkan dimensi ilmiah tetapi juga aspek-aspek sosial, ekonomi, dan etika (Nuangchalerm, 2010).

Pentingnya isu sosio-saintifik adalah bahwa pemahaman terhadap isu-isu ini memerlukan kolaborasi antara ilmuwan, ahli sosial, dan masyarakat umum. Definisi isu sosio-saintifik mengakui bahwa penanganan dan pemahaman isu-isu ini tidak dapat terlepas dari pertimbangan nilai-nilai, norma sosial, dan pandangan etika yang memandu interaksi antara sains dan masyarakat. Oleh karena itu, pendekatan ini menekankan perlunya melibatkan masyarakat

dalam proses pengambilan keputusan ilmiah dan mendorong dialog antara berbagai pihak yang terlibat untuk mencapai solusi yang seimbang dan berkelanjutan.

2. Keterkaitan Isu Sosio-Saintifik dengan Pembelajaran Biologi

Keterkaitan isu sosio-saintifik dengan pembelajaran biologi menjadi penting dalam merangkul dimensi etika, sosial, dan lingkungan dalam pemahaman konsep biologi. Isu-isu sosio-saintifik dalam pembelajaran biologi menciptakan konteks yang lebih relevan dan mendorong siswa untuk memahami peran ilmu biologi dalam konteks sosial dan global. Misalnya, pemahaman dampak lingkungan dari aktivitas manusia, seperti penggunaan pestisida dalam pertanian atau dampak perubahan iklim terhadap ekosistem, adalah isu sosio-saintifik yang dapat diintegrasikan dalam kurikulum biologi.

Pembelajaran biologi yang mengintegrasikan isu sosio-saintifik juga menciptakan kesempatan bagi siswa untuk mengembangkan keterampilan abad ke-21, seperti berpikir kritis dan kreatif. Siswa dapat diajak untuk mengeksplorasi dan membahas isu-isu yang kompleks, menggali data ilmiah, dan merumuskan solusi atau rekomendasi berdasarkan pemahaman mereka. Dengan demikian, pembelajaran biologi tidak hanya menjadi tentang memahami prinsip-prinsip ilmiah, tetapi juga tentang menerapkan pengetahuan tersebut dalam konteks nyata dan mempertimbangkan implikasi etika dan sosialnya.

Keterkaitan isu sosio-saintifik dengan pembelajaran biologi juga membuka pintu untuk menggandeng masyarakat dalam proses pembelajaran. Siswa dapat terlibat dalam

proyek-proyek penelitian yang terkait dengan isu-isu lokal atau global yang berkaitan dengan biologi. Ini memungkinkan mereka untuk merasakan dampak langsung dari ilmu biologi dalam kehidupan sehari-hari dan memahami tanggung jawab mereka sebagai warga global yang terinformasi. Dengan demikian, pembelajaran biologi yang menggabungkan isu sosio-saintifik tidak hanya memberikan pengetahuan ilmiah, tetapi juga membentuk sikap kritis dan tanggung jawab sosial pada siswa sebagai calon ilmuwan dan pemimpin masyarakat.

3. Keterkaitan Isu Sosio-Saintifik dengan Keterampilan Abad 21

Keterkaitan isu sosio-saintifik dengan pembelajaran biologi menjadi penting dalam merangkul dimensi etika, sosial, dan lingkungan dalam pemahaman konsep biologi. Isu-isu sosio-saintifik dalam pembelajaran biologi menciptakan konteks yang lebih relevan dan mendorong siswa untuk memahami peran ilmu biologi dalam konteks sosial dan global. Misalnya, pemahaman dampak lingkungan dari aktivitas manusia, seperti penggunaan pestisida dalam pertanian atau dampak perubahan iklim terhadap ekosistem, adalah isu sosio-saintifik yang dapat diintegrasikan dalam kurikulum biologi.

Pembelajaran biologi yang mengintegrasikan isu sosio-saintifik juga menciptakan kesempatan bagi siswa untuk mengembangkan keterampilan abad ke-21, seperti berpikir kritis dan kreatif. Siswa dapat diajak untuk mengeksplorasi dan membahas isu-isu yang kompleks, menggali data ilmiah, dan merumuskan solusi atau rekomendasi berdasarkan pemahaman mereka. Dengan demikian, pembelajaran biologi

tidak hanya menjadi tentang memahami prinsip-prinsip ilmiah, tetapi juga tentang menerapkan pengetahuan tersebut dalam konteks nyata dan mempertimbangkan implikasi etika dan sosialnya.

Keterkaitan isu sosio-saintifik dengan pembelajaran biologi juga membuka pintu untuk menggandeng masyarakat dalam proses pembelajaran. Siswa dapat terlibat dalam proyek-proyek penelitian yang terkait dengan isu-isu lokal atau global yang berkaitan dengan biologi. Ini memungkinkan mereka untuk merasakan dampak langsung dari ilmu biologi dalam kehidupan sehari-hari dan memahami tanggung jawab mereka sebagai warga global yang terinformasi. Dengan demikian, pembelajaran biologi yang menggabungkan isu sosio-saintifik tidak hanya memberikan pengetahuan ilmiah, tetapi juga membentuk sikap kritis dan tanggung jawab sosial pada siswa sebagai calon ilmuwan dan pemimpin masyarakat.

C. Guru Biologi

Guru Biologi merupakan seorang profesional yang bertanggung jawab dalam menyusun rencana, melaksanakan proses pembelajaran, serta mengevaluasi pencapaian siswa pada mata pelajaran biologi. Selain itu, guru ini juga memiliki tugas dalam memberikan bimbingan, asuhan, perawatan, dan perlindungan kepada anak didiknya. Umumnya, guru Biologi mengajar pada jenjang pendidikan Sekolah Menengah Atas, namun guru Biologi juga dapat mengajar di jenjang Sekolah Menengah Pertama. Untuk menjadi guru Biologi dilakukan pendidikan Sarjana selama 4 tahun yang kemudian selanjutnya mengikuti Program Profesi

Guru untuk mendapatkan sertifikat pendidik sebagai pengakuan guru Profesional.

Untuk menjadi guru Biologi yang Profesional, diperlukan empat kompetensi yaitu:

1. Kompetensi Pedagogik

- a) Pemahaman mendalam terhadap karakteristik peserta didik dari segi fisik, moral, sosial, kultural, emosional, dan intelektual.
- b) Penguasaan teori belajar dan prinsip-prinsip pembelajaran yang bersifat mendidik.
- c) Kemampuan merancang kurikulum yang relevan dengan bidang pengembangan yang dikelolanya.
- d) Pelaksanaan kegiatan pengembangan yang bersifat mendidik.
- e) Pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi dalam penyelenggaraan kegiatan pengembangan yang mendidik.
- f) Fasilitasi pengembangan potensi peserta didik untuk mengaktualisasikan berbagai bakat dan keterampilan yang dimiliki.
- g) Kemampuan berkomunikasi secara efektif, empatik, dan santun dengan peserta didik.
- h) Penyelenggaraan penilaian dan evaluasi proses dan hasil belajar.
- i) Penggunaan hasil penilaian dan evaluasi sebagai dasar perbaikan pembelajaran.
- j) Praktik tindakan reflektif untuk terus meningkatkan kualitas pembelajaran.

2. Kompetensi Kepribadian

- a) Kepatuhan pada norma-norma agama, hukum, sosial, dan budaya nasional Indonesia.

- b) Menunjukkan integritas, moralitas, dan menjadi teladan bagi peserta didik dan masyarakat.
- c) Demonstrasi kepribadian yang mantap, stabil, dewasa, arif, dan berwibawa.
- d) Menunjukkan etos kerja tinggi, tanggung jawab, rasa bangga menjadi pendidik, dan percaya diri.
- e) Menegakkan kode etik profesi pendidik.

3. Kompetensi Sosial

- a) Sikap inklusif, objektif, dan tanpa diskriminasi berdasarkan jenis kelamin, agama, ras, kondisi fisik, latar belakang keluarga, dan status sosial ekonomi.
- b) Komunikasi efektif, empatik, dan santun dengan sesama pendidik, tenaga kependidikan, orang tua, dan masyarakat.
- c) Kemampuan beradaptasi dengan lingkungan tugas yang memiliki keragaman sosial budaya di seluruh wilayah Republik Indonesia.
- d) Komunikasi yang baik dengan komunitas profesi sendiri maupun profesi lain, baik secara lisan maupun tulisan.

4. Kompetensi Profesional

- a) Penguasaan mendalam terhadap materi, struktur, konsep, dan pola pikir keilmuan yang mendukung mata pelajaran yang diampu.
- b) Penguasaan standar kompetensi dan kompetensi dasar mata pelajaran/bidang pengembangan yang diampu.
- c) Kreativitas dalam mengembangkan materi pembelajaran.
- d) Pengembangan keprofesionalan secara berkelanjutan melalui refleksi diri.

- e) Pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi untuk pengembangan diri dan komunikasi profesional.

D. Kompetensi Pedagogik

1. Definisi

Kompetensi pedagogik adalah suatu konsep dalam pendidikan yang mencakup berbagai keterampilan, pengetahuan, dan sikap yang dimiliki oleh seorang guru untuk dapat merencanakan, melaksanakan, dan mengevaluasi proses pembelajaran secara efektif. Menurut teori pendidikan, kompetensi pedagogik merupakan inti dari keberhasilan seorang guru dalam memfasilitasi pemahaman dan perkembangan siswa. Definisi ini mencakup kemampuan guru untuk merancang dan menyampaikan materi pembelajaran dengan cara yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik siswa.

Teori konstruktivisme menekankan pentingnya kompetensi pedagogik dalam konteks konstruksi pengetahuan oleh siswa. Menurut teori ini, guru harus mampu menciptakan lingkungan pembelajaran yang merangsang siswa untuk aktif terlibat dalam proses pembangunan pengetahuan mereka sendiri. Dalam hal ini, kompetensi pedagogik mencakup kemampuan guru untuk menyediakan situasi belajar yang menantang, memberikan dukungan, dan memotivasi siswa untuk membangun pemahaman mereka melalui pengalaman belajar yang berarti.

Teori tentang kompetensi pedagogik juga mengakui pentingnya kemampuan guru dalam mengelola kelas dan berkomunikasi efektif. Guru yang kompeten secara pedagogis harus mampu menciptakan iklim kelas yang kondusif untuk pembelajaran, mengelola perilaku siswa dengan baik, dan

mampu beradaptasi dengan kebutuhan individu dan dinamika kelompok. Dengan demikian, definisi kompetensi pedagogik mencakup aspek-aspek interpersonal dan manajerial yang mendukung terciptanya lingkungan pembelajaran yang positif dan efektif.

2. Pentingnya Penguasaan Strategi Pembelajaran dalam Menunjang Kompetensi Pedagogik Guru Biologi

Penguasaan strategi pembelajaran menjadi landasan utama dalam pengembangan kompetensi pedagogik guru biologi. Menurut teori konstruktivisme, penguasaan strategi pembelajaran memungkinkan guru biologi untuk menjadi fasilitator pembelajaran yang efektif, mendukung siswa dalam membangun pemahaman mereka sendiri melalui pengalaman belajar yang aktif dan bermakna. Strategi pembelajaran yang terbukti efektif dapat membantu guru mempersonalisasi pendekatan pengajaran mereka, memperhitungkan gaya belajar siswa, dan merancang situasi belajar yang merangsang pertumbuhan intelektual dan emosional.

Teori perkembangan kognitif juga menyoroti pentingnya strategi pembelajaran dalam membangun kompetensi pedagogik guru biologi. Guru yang mahir dalam menggunakan beragam strategi pembelajaran dapat memandu siswa melalui tahap-tahap perkembangan kognitif mereka. Ini termasuk kemampuan untuk memilih dan mengadaptasi metode pembelajaran yang sesuai dengan tingkat pemahaman dan kemampuan siswa, sehingga memastikan bahwa materi pembelajaran disajikan secara relevan dan dapat dicerna oleh setiap siswa.

Pentingnya penguasaan strategi pembelajaran bagi guru biologi juga mencuat dari perspektif teori efektivitas

pengajaran. Guru yang terampil dalam menerapkan strategi pembelajaran yang beragam dapat meningkatkan keterlibatan siswa, meningkatkan pemahaman materi, dan menciptakan lingkungan pembelajaran yang dinamis. Pemilihan strategi pembelajaran yang sesuai dengan konten dan tujuan pembelajaran menjadi kunci keberhasilan guru dalam menyampaikan konsep biologi dengan cara yang memotivasi dan mendalam bagi siswa.

Secara keseluruhan, penguasaan strategi pembelajaran bukan hanya sekadar alat bantu dalam pengajaran biologi, tetapi juga fondasi penting dalam membangun kompetensi pedagogik guru biologi. Dengan memahami dan menguasai berbagai strategi pembelajaran, guru biologi dapat mencapai tingkat efektivitas yang lebih tinggi dalam memfasilitasi pembelajaran siswa dan mempersiapkan mereka untuk menjadi warga yang ilmiah dan berpengetahuan.

3. Keterkaitan Keterampilan Abad 21, Isu Sosio-Saintifik dan Kompetensi Pedagogik Guru Biologi

Keterkaitan antara keterampilan abad ke-21, isu sosio-saintifik, dan kompetensi pedagogik guru biologi memperlihatkan kompleksitas tugas pendidikan modern. Teori keterampilan abad ke-21 menyoroti perlunya guru biologi memiliki pemahaman mendalam tentang keterampilan seperti berpikir kritis, berkomunikasi, berkolaborasi, dan berinovasi. Guru biologi yang terampil dalam mendidik keterampilan abad ke-21 dapat membantu siswa mengembangkan kemampuan untuk merespon tantangan global dan lokal, termasuk isu-isu sosio-saintifik yang kompleks.

Teori-isu sosio-saintifik menunjukkan bahwa guru biologi harus mampu mengintegrasikan konteks sosial dan

saintifik ke dalam kurikulum mereka. Guru biologi perlu memahami isu-isu seperti dampak lingkungan, etika dalam penelitian biologi, dan keterkaitan ilmu biologi dengan masyarakat. Melalui pendekatan ini, guru biologi dapat membantu siswa menjembatani pemahaman konsep biologi dengan dampaknya terhadap masyarakat, menciptakan pemahaman yang lebih dalam tentang relevansi ilmu biologi dalam konteks sosial.

Kompetensi pedagogik guru biologi berperan sebagai jembatan antara keterampilan abad ke-21 dan pemahaman isu sosio-saintifik. Guru biologi yang memiliki kompetensi pedagogik yang kuat dapat merancang pengalaman pembelajaran yang mendukung pengembangan keterampilan abad ke-21 siswa sambil mengintegrasikan isu-isu sosio-saintifik ke dalam kurikulum. Mereka dapat menciptakan lingkungan pembelajaran yang mendorong siswa untuk berpikir kritis tentang isu-isu biologi yang relevan dengan masyarakat dan merancang strategi pengajaran yang menantang siswa untuk berkontribusi dalam pemecahan masalah sosio-saintifik.

Secara keseluruhan, keterkaitan antara keterampilan abad ke-21, isu sosio-saintifik, dan kompetensi pedagogik guru biologi menciptakan fondasi yang kokoh untuk pendidikan biologi yang kontekstual, relevan, dan mempersiapkan siswa untuk menjadi anggota masyarakat yang terampil dan bertanggung jawab. Dengan memahami hubungan ini, guru biologi dapat menjadi agen perubahan yang efektif dalam membentuk masa depan siswa dan mendorong pemahaman yang lebih mendalam tentang peran ilmu biologi dalam konteks sosial dan global.

E. Penelitian Terdahulu

1. Ardelia dan Juanengsih (2021) menganalisis tentang implementasi pembelajaran abad 21 pada mata pelajaran biologi di SMA Negeri. Metode penelitian yang digunakan yaitu survei. Data diambil menggunakan lembar observasi, kuesioner, wawancara dan dokumentasi. Pemahaman guru tentang pembelajaran abad 21 dan pengintegrasinya dalam RPP termasuk pada kategori baik, sedangkan implementasi pembelajarannya tergolong cukup. Model pembelajaran yang sering digunakan oleh guru adalah *discovery learning*. Temuan dari penelitian ini yaitu pembelajaran abad 21 telah terimplementasi dengan baik di sekolah dan menjadi hal yang penting untuk dipelajari mahasiswa calon guru biologi. Berbeda dengan penelitian Ardelia dan Juanengsih (2021), penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kesadaran dan pengetahuan mahasiswa calon guru biologi mengenai pembelajaran yang mendukung pengembangan keterampilan abad 21 melalui pembuatan buku referensi. Salah satu bab yang akan dibahas dalam buku ini adalah model pembelajaran Discovery Learning.
2. Sismawarni dkk (2020) mengungkapkan tentang pengaruh penggunaan isu sosiosaintifik dalam model pembelajaran berbasis masalah pada mata pelajaran kimia terhadap HOTS siswa. Dalam penelitiannya, digunakan kuasi eksperimen dengan *pretest dan posttest control group design*. Populasi mencakup seluruh siswa kelas X IPA yang terbagi dalam tiga kelas dengan total 106 siswa. Sampel diambil dengan

teknik *cluster random sampling* sehingga didapatkan satu kelas kontrol dan satu kelas eksperimen, masing-masing berjumlah 28 siswa. Instrumen pengumpulan data berupa soal HOTS. Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan uji-t. Dari hasil analisis data disimpulkan bahwa penggunaan isu sosiosaintifik dalam model pembelajaran berbasis masalah berpengaruh terhadap peningkatan HOTS siswa. Penelitian ini menegaskan bahwa integrasi isu sosio-saintifik dalam pembelajaran dapat mendukung kemampuan HOTS, yang termasuk dalam keterampilan berpikir kritis abad 21. Oleh karena itu, buku yang akan dikembangkan juga akan mencakup pembelajaran berbasis isu sosio-saintifik untuk memperkaya pengetahuan mahasiswa calon guru biologi serta memfasilitasi pembelajaran kontekstual guna mengembangkan keterampilan abad 21.

3. Astutik dan Hariyati (2021) menelaah tentang peran guru dan strategi pembelajaran dalam penerapan keterampilan abad 21 pada jenjang pendidikan dasar dan menengah. Metode penelitian yang digunakan yaitu pendekatan kualitatif berupa studi literatur dengan mengkaji beberapa artikel dari jurnal nasional dan internasional. Data yang didapat dianalisis dengan *content analysis*. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa keterampilan abad 21 yang mencakup *critical thinking*, *creativity*, *communication* dan *collaboration* harus dikuasai siswa agar mampu menghadapi tuntutan zaman. Peran guru sebagai pendidik harus dioptimalkan tidak hanya dari segi keterampilan pedagogik namun juga teknologi. Penerapan

pembelajaran yang bersifat *student centered* dan diikuti dengan strategi pembelajaran yang sesuai (seperti PjBL, PBL, dan inkuiri) akan mendukung penguasaan keterampilan abad 21. Penelitian "Pengembangan Buku Model Pembelajaran Berbasis Keterampilan Abad 21 dan Isu-isu Sosio-Saintifik: Upaya Memperkuat Kompetensi Pedagogik Mahasiswa Calon Guru Biologi" memperkenalkan kebaruan dengan fokus pada pembuatan buku model pembelajaran yang menggabungkan keterampilan abad 21 dan isu sosio-saintifik. Berbeda dengan studi Astutik dan Hariyati (2021) yang berfokus pada pendidikan dasar dan menengah, penelitian ini menargetkan mahasiswa calon guru biologi di jenjang pendidikan tinggi. Selain itu, penelitian ini tidak hanya mengeksplorasi peran dan strategi guru tetapi juga menyediakan buku referensi yang komprehensif dan praktis untuk meningkatkan kompetensi pedagogik mahasiswa calon guru biologi, khususnya dalam mengintegrasikan keterampilan abad 21 dengan isu sosio-saintifik, yang belum banyak dibahas dalam penelitian sebelumnya.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan yang memuat tiga elemen kunci yaitu model pengembangan, prosedur pengembangan dan uji coba produk.

B. Model Pengembangan

Penelitian ini mengadopsi langkah-langkah pengembangan model pengembangan 4D (Thiagarajan) yang mencakup *Define*, *Design*, *Develop* dan *Disseminate*.

C. Prosedur Pengembangan

Prosedur penelitian pengembangan yang dilakukan menggunakan prosedur penelitian pengembangan menurut Thiagarajan (1974) dengan 4 langkah utama yaitu: 1) mendefinisikan masalah dan analisis kebutuhan (*Define*), 2) merencanakan design produk (*Design*); 3) mengembangkan prototype produk (*Develop*); dan 4) mendiseminasikan produk yang telah valid, praktis dan efektif (*Disseminate*).

Tahap *Define* dilakukan dalam lima sub tahapan, yaitu: 1) Analisis Awal Akhir; 2) Analisis Peserta Didik; 3) Analisis Konsep; 4) Analisis Tugas dan 5) Spesifikasi Tujuan. Analisis awal akhir dilakukan untuk mengetahui permasalahan pada Mata Kuliah Strategi Pembelajaran Biologi dan analisis bahan ajar atau sumber belajar yang digunakan dosen dan mahasiswa pada mata kuliah Strategi Pembelajaran Biologi. Analisis ini untuk mengetahui apakah terdapat keterbatasan buku yang digunakan. Selain itu, pada

tahap analisis awal akhir juga dilakukan analisis kebutuhan berkaitan dengan kebutuhan mahasiswa dan dosen terkait sumber belajar yang dapat menambah wawasan dan pemahaman berkaitan dengan keterampilan Abad 21, isu-isu Sosio-Saintifik serta model-model pembelajaran penunjang keterampilan Abad 21.

Tahap selanjutnya yaitu analisis peserta didik. Tahapan ini dilakukan untuk mengetahui pengetahuan awal mahasiswa dan dosen tentang keterampilan Abad 21, isu-isu Sosio-Saintifik dan model-model pembelajaran penunjang keterampilan Abad 21. Selain itu, dilakukan analisis kemampuan mahasiswa terkait kemampuan merancang skenario pembelajaran sebagai salah satu indikator dari kompetensi pedagogik. Hasil dari tahapan ini akan menjadi salah satu dasar penentuan konten materi buku yang akan dikembangkan.

Setelah dilakukan analisis peserta didik, maka dilakukan tahapan analisis konsep untuk menganalisis Capaian Pembelajaran kognitif yang harus dikuasai mahasiswa dalam Mata Kuliah Strategi Pembelajaran Biologi. Selain itu, dilakukan juga analisis tugas untuk menganalisis keterampilan yang harus dikuasai mahasiswa dalam Mata Kuliah Strategi Pembelajaran Biologi. Tahapan ini dilakukan dengan menganalisis RPS/Silabus/CPL pada Kurikulum Program Studi untuk Mata Kuliah Kependidikan di Program Studi Tadris Biologi.

Langkah terakhir dari tahap *Define* yaitu menentukan spesifikasi tujuan. Tahapan bertujuan untuk menetapkan arah dan sasaran yang jelas dalam pengembangan buku. Pada tahap ini, tujuan pembelajaran dirumuskan secara spesifik, mencakup pengembangan keterampilan abad 21 seperti

berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi, serta pemahaman tentang isu-isu sosio-saintifik seperti perubahan iklim, teknologi, dan kesehatan global. Tujuan-tujuan ini harus dapat diukur dan realistis, memastikan bahwa buku yang dikembangkan dapat memberikan dampak positif terhadap kemampuan dan pengetahuan peserta didik. Selain itu, pada tahapan ini dirumuskan kesimpulan terkait solusi dari hasil analisis awal akhir, analisis peserta didik, analisis konsep dan analisis tugas yang menghasilkan rasionalisasi dan urgensi pengembangan buku model-model pembelajaran berbasis Keterampilan Abad 21 dan isu-isu Sosio-Saintifik. Dengan demikian, tahap spesifikasi tujuan memastikan bahwa seluruh proses pengembangan buku terarah dan terstruktur untuk mencapai hasil yang diinginkan.

Tahapan pengembangan selanjutnya yaitu Tahap *Design*. Tahapan ini merupakan tahapan pembuatan rancangan produk. Pada tahap ini, tujuan pembelajaran yang spesifik dirumuskan terlebih dahulu, termasuk keterampilan abad 21 seperti berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi. Selanjutnya, dilakukan pengumpulan dan seleksi materi yang mengintegrasikan isu-isu sosio-saintifik terkini, seperti perubahan iklim, teknologi, dan kesehatan global. Desain visual buku dirancang untuk menarik minat pembaca dengan tata letak yang menarik dan ilustrasi yang mendukung pemahaman. Instrumen evaluasi juga disiapkan untuk mengukur efektivitas pembelajaran dan keterampilan yang dicapai. Melalui tahap desain ini, buku yang dikembangkan diharapkan dapat menjadi sumber belajar yang komprehensif dan inspiratif bagi peserta didik dalam menghadapi tantangan abad 21.

Tahapan ketiga dari model 4D yaitu tahap *Develop*. Tahap *Develop* dalam model pengembangan 4D untuk mengembangkan buku model pembelajaran berbasis Keterampilan Abad 21 dan isu-isu Sosio-Saintifik meliputi proses pembuatan prototype buku dan pengujian produk. Pada tahap ini, materi pembelajaran yang telah dirancang pada tahap desain diubah menjadi buku lengkap. Pengembangan ini mencakup penulisan konten, pembuatan ilustrasi, dan penyusunan tata letak yang menarik serta mudah dipahami. Buku yang dikembangkan kemudian divalidasi oleh ahli strategi pembelajaran biologi, ahli keterampilan Abad 21 dan ahli isu sosio-saintifik. Selain itu, buku yang dikembangkan kemudian diuji coba (uji kepraktisan buku) untuk mendapatkan umpan balik dari pengguna, seperti mahasiswa dan dosen, untuk memastikan buku tersebut efektif dalam menyampaikan konsep keterampilan Abad 21 dan isu-isu sosio-saintifik serta model-model pembelajaran yang menunjang pengembangan keterampilan Abad 21. Revisi dan penyempurnaan dilakukan berdasarkan umpan balik tersebut untuk memastikan buku memenuhi standar kualitas yang diinginkan. Melalui tahap ini, diharapkan buku yang dihasilkan tidak hanya informatif tetapi juga menarik dan relevan bagi peserta didik dalam konteks pembelajaran modern.

Pada tahap *Develop* juga diukur uji keefektifan buku dalam pengembangan kompetensi pedagogik mahasiswa calon guru biologi dalam skala kecil. Tahapan ini dilakukan dengan mengenalkan isi buku pada mahasiswa yang mengambil matakuliah Strategi Pembelajaran Biologi dan melatih mahasiswa untuk membuat skenario pembelajaran mengacu pada model-model pembelajaran berbasis

keterampilan abad 21 dan isu sosio-saintifik yang termuat pada buku yang dikembangkan.

Tahap terakhir dari model pengembangan 4D yaitu tahap *Disseminate*. Tahap disseminate dalam model pengembangan 4D untuk mengembangkan buku model-model pembelajaran berbasis Keterampilan Abad 21 dan isu-isu Sosio-Saintifik melibatkan penyebaran dan implementasi buku kepada audiens yang lebih luas. Pada tahap ini, buku yang telah dikembangkan dan diuji coba didistribusikan ke perguruan tinggi dan institusi pendidikan lainnya untuk evaluasi lebih lanjut dan perbaikan berkelanjutan. Selain itu, promosi melalui berbagai media, termasuk media social dan publikasi ilmiah, dilakukan untuk meningkatkan kesadaran dan penggunaan buku tersebut. Dengan demikian, tahap *disseminate* memastikan bahwa buku yang dikembangkan dapat diakses dan dimanfaatkan secara optimal oleh peserta didik dan pendidik di berbagai institusi pendidikan. Ringkasan prosedur setiap tahapan pengembangan dapat dilihat pada Gambar 3.1.

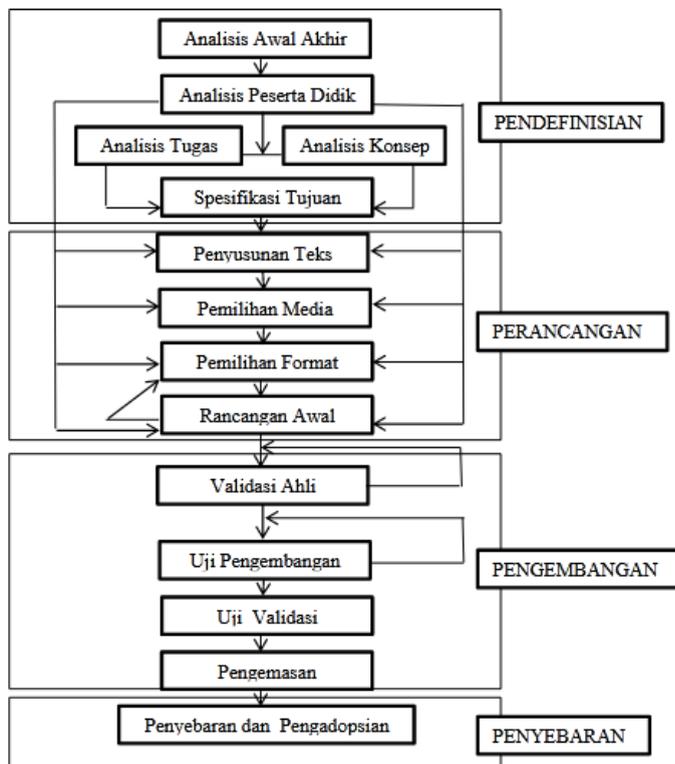
D. Subyek Uji Coba Lapangan

Subyek uji coba lapangan pada penelitian ini merupakan mahasiswa TBIO FITK UIN Sumatera Utara Medan yang mengambil matakuliah Strategi Pembelajaran Biologi.

E. Uji Coba Produk

Uji coba produk dilaksanakan melalui tiga fase, yaitu: 1) Validasi atau uji ahli, yang melibatkan responden para ahli, yaitu dosen yang ahli dalam topik keterampilan abad 21 dan isu sosio-saintifik. Langkah ini bertujuan untuk mengevaluasi produk awal, mendapatkan masukan, dan

menerima penilaian dari para ahli guna perbaikan. 2) Uji terbatas, yang ditujukan kepada kelompok kecil, yakni mahasiswa Program Studi Tadris Biologi (TBIO) Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan (FITK) Universitas Islam Negeri (UIN) Sumatera Utara yang sudah mendapatkan matakuliah Strategi Pembelajaran Biologi. 3) Uji lapangan dilakukan pada kelompok yang lebih besar, melibatkan mahasiswa TBIO FITK UIN Sumatera Utara yang sedang mengambil matakuliah Strategi Pembelajaran Biologi.



Gambar 3.1. Skema Prosedur Pengembangan Model 4D (Thiagarajan, 1974)

F. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data

1. Analisis Kebutuhan

Analisis Kebutuhan pada tahap *Define* menggunakan beberapa instrumen, antara lain: 1) lembar analisis kajian literatur (Lampiran 1); 2) angket analisis kebutuhan mahasiswa dan dosen (Lampiran 6); 3) angket pengukuran pengetahuan keterampilan Abad 21 (Lampiran 4) dan Isu-isu Sosio-Saintifik mahasiswa dan calon guru biologi (Lampiran 5).

2. Uji Kevalidan

Uji kevalidan dilakukan dengan mengajukan pertimbangan kepada ahli pada topik strategi pembelajaran biologi, ahli keterampilan abad 21 dan ahli isu sosio-saintifik untuk menelaah konten yang terdapat dalam buku yang dikembangkan. Instrumen pada uji kevalidan ini yaitu lembar validasi ahli strategi pembelajaran biologi, ahli keterampilan abad 21 dan ahli isu sosio-saintifik. Instrumen menggunakan skala likert dan tambahan kolom untuk saran dan komentar dari para ahli dapat dilihat pada Lampiran 7-9. Adapun kriteria penskoran dan kriteria analisis data kevalidan dapat dilihat pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.2.

Tabel 3.1. Kriteria Penskoran Uji Kevalidan

No.	Jawaban	Skor
1	Sangat Sesuai	4
2	Sesuai	3
3	Tidak Sesuai	2
4	Sangat Tidak Sesuai	1

(Sumber: Riduwan, 2010)

Tabel 3.2. Kriteria Validitas

No.	Kriteria Validitas (%)	Tingkat Validitas
1	80.00-100	Sangat Valid
2	60,00-79,99	Valid
3	50.00-59,99	Cukup Valid
4	00.00-49,99	Kurang Valid

(Sumber: Riduwan, 2010)

3. Uji Kepraktisan

Uji kepraktisan dilakukan untuk mengevaluasi sejauh mana buku yang dikembangkan memberi manfaat dan kepuasan pengguna (dosen dan mahasiswa) yang akan diukur melalui penggunaan angket. Angket tersebut akan disebarkan kepada responden, yakni mahasiswa Prodi TBIO FITK UIN Sumatera Utara Medan yang telah mengambil matakuliah Strategi Pembelajaran Biologi dan dosen pengampu mata kuliah Strategi Pembelajaran Biologi. Instrumen menggunakan skala likert dan tambahan kolom untuk saran dan komentar pengguna dapat dilihat pada Lampiran 10. Adapun kriteria penskoran dan kriteria analisis data kepraktisan buku dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan Gambar 3.4.

Tabel 3.3. Kriteria Penskoran Uji Kepraktisan

No.	Jawaban	Skor
1	Sangat Sesuai	4
2	Sesuai	3
3	Tidak Sesuai	2
4	Sangat Tidak Sesuai	1

(Sumber: Riduwan, 2010)

Tabel 3.4. Kriteria Kepraktisan

No.	Kriteria Kepraktisan (%)	Tingkat Kepraktisan
1	80.00-100	Sangat Praktis
2	60,00-79,99	Praktis
3	50.00-59,99	Cukup Praktis
4	00.00-49,99	Kurang Praktis

(Sumber: Riduwan, 2010)

4. Uji Keefektifan

Uji keefektifan dilakukan untuk mengetahui keefektifan buku yang dikembangkan dalam memfasilitasi pengembangan kompetensi pedagogik mahasiswa calon guru. Buku yang dikembangkan akan diterapkan pada mahasiswa yang telah mengambil mata kuliah Strategi Pembelajaran Biologi. Penilaian dilakukan melalui uji penguasaan kompetensi pedagogik mahasiswa calon guru biologi berupa soal pilihan berganda dengan 5 opsi dengan jumlah 10 soal (Lampiran 13).

Tabel 3.5. Kriteria Keefektifan

No.	Kriteria Keefektifan (%)	Tingkat Keefektifan
1	86.00-100	Sangat Efektif
2	76,00-85,99	Efektif
3	60.00-75,99	Cukup Efektif
4	55.00-59,99	Kurang Efektif
5	$\leq 54\%$	Sangat Kurang Efektif

(Sumber: Hake, 1999)

BAB V

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Hasil penelitian dan pengembangan buku model pembelajaran berbasis keterampilan abad 21 dan isu sosio-saintifik melalui model 4D menekankan pada pentingnya peningkatan sumber belajar dalam Mata Kuliah Strategi Pembelajaran Biologi. Analisis awal menunjukkan keterbatasan buku referensi dalam menjelaskan sintaks pembelajaran abad 21 dan isu sosio-saintifik, serta kesulitan mahasiswa memahami langkah-langkah pembelajaran tersebut. Untuk menjawab kebutuhan ini, dikembangkan buku ajar yang dirancang secara komprehensif dengan fokus pada keterampilan abad 21, sintaks pembelajaran, dan integrasi isu sosio-saintifik. Buku ini dinilai sangat valid oleh para ahli, baik ahli strategi pembelajaran biologi, keterampilan abad 21, dan isu-isu sosiosaintifik.

Dari segi pengguna, buku ini tergolong sangat praktis digunakan, baik oleh dosen maupun mahasiswa. Hasil pengujian keefektifan menunjukkan bahwa penggunaan buku model-model pembelajaran berbasis keterampilan abad 21 dan isu-isu sosiosaintifik tergolong cukup efektif. Buku yang telah dikembangkan disebarluaskan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dan kesiapan mahasiswa menghadapi tantangan global.

B. SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang didapatkan, maka beberapa saran yang dapat diberikan antara lain:

1. Mahasiswa agar dapat melatih diri dalam membuat skenario ataupun aktivitas pembelajaran dengan menggunakan berbagai variasi model pembelajaran, khususnya model yang sesuai dengan keterampilan abad 21 dan isu-isu sosiosaintifik.
2. Dosen pengampu mata kuliah, khususnya mata kuliah strategi pembelajaran biologi agar dapat menerapkan penggunaan buku model-model pembelajaran keterampilan abad 21 dan isu-isu sosio-saintifik ini dengan memperhatikan penggunaan waktu yang efisien.
3. Karena keterbatasan waktu, buku tidak dapat diimplementasikan selama satu semester, perlu penelitian lanjutan yang menerapkan buku ini dalam perkuliahan Strategi Pembelajaran Biologi/Perencanaan Pembelajaran Biologi untuk lebih mendapatkan hasil maksimal
4. Peneliti selanjutnya agar dapat melakukan analisis terhadap kelebihan ataupun kekurangan buku yang dikembangkan ini sehingga diharapkan kualitas buku akan terus meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustinova, D.E., Sariyatun, S., Sutimin, L.A., & Purwanta, H. (2022). Urgensi Keterampilan 4C Abad ke-21 dalam Pembelajaran Sejarah. *Socia: Jurnal Ilmu-Ilmu Sosial*, 19(1), 49-60.
- Ardelia, N. & Juanengsih, N. (2021). Implementasi Pembelajaran Abad 21 pada Mata Pelajaran Biologi di SMA Negeri Kota Tangerang Selatan. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Biologi*, 2(2), 1-11.
- Arends, R. I. (2012). *Learning to Teach*. New York: McGraw-Hill.
- Astutik, P. & Hariyati, N. (2021). Peran Guru dan Strategi Pembelajaran dalam Penerapan Keterampilan Abad 21 pada Pendidikan Dasar dan Menengah. *Jurnal Inspirasi Manajemen Pendidikan*, 9(3), 619-638.
- Bell, R. L., Manske, R., & Ryan, A. (2018). *The Role of Scientific Inquiry in Developing 21st Century Skills*. *Journal of Science Education and Technology*, 27(3), 211-225.
- Bell, S., & Urhahne, D. (2020). *Project-Based Learning in Science Education: An Overview of the Literature*. *International Journal of Science Education*, 42(8), 1231-1254.
- Bonk, C. J., & Graham, C. R. (2019). *The Handbook of Blended Learning: Global Perspectives, Local Designs* (2nd ed.). Pfeiffer.
- Brown, J., Smith, K., & Jones, L. (2022). *Adapting Instructional Materials for Effective Learning*. *International Journal of Educational Research*, 115, 101-112.
- Hattie, J. (2009). *Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*. Routledge.

- Hattie, J. (2021). *Visible Learning: A Synthesis of Over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement*. Routledge.
- Hsu, T.-C., Chang, H.-Y., & Chiu, C.-H. (2022). *Improving Science Education through Socio-scientific Issues: Insights from a Longitudinal Study*. *Journal of Science Teacher Education*, 33(1), 45-62.
- Hsu, T.-C., Chang, H.-Y., & Chiu, C.-H. (2019). *Integrating Socio-scientific Issues into Science Education: A Study of Science Teachers' Beliefs and Practices*. *International Journal of Science Education*, 41(15), 2173-2192.
- Huang, R. H., Liu, D. J., & Xu, Y. Y. (2020). *Cultivating 21st-Century Skills through Interactive Learning Environments*. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(1), 1-16.
- Hwang, G.-J., Lai, C.-L., & Wang, S.-Y. (2020). The Effects of Different Types of Feedback on Learning Outcomes. *Journal of Educational Technology & Society*, 23(1), 25-38.
- Hwang, G.-J., Chang, H.-Y., & Chen, C.-H. (2021). Recent Advances in Smart Learning Environments. *Computers & Education*, 161, 104-117.
- Hwang, G.-J., Kuo, Y.-H., & Yin, T.-C. (2022). *Recent Developments and Future Directions of Mobile Learning Research: A Review of Studies from 2016 to 2020*. *Educational Technology & Society*, 25(3), 20-37.
- Holman, J., Weaver, K., & Gaughan, T. (2021). *Developing 21st Century Skills through Inquiry-Based Learning: A Comprehensive Review*. *International Journal of Science Education*, 43(5), 756-773.
- Joyce, B., Weil, M., & Calhoun, E. (2015). *Models of Teaching* (9th ed.). Boston: Pearson.
- Kahl, S. J., Carter, L., & Stewart, G. (2021). *Supporting Science Teachers' Professional Development on Socio-*

- scientific Issues: Strategies and Challenges*. Journal of Science Teacher Education, 32(3), 325-340.
- Kim, J., Park, H., & Lee, H. (2020). *Socio-scientific Issues in Science Education: A Review of the Literature*. International Journal of Science Education, 42(7), 1085-1105.
- Klosterman, M. L., & Sadler, T. D. (2010). *The Role of Socio-scientific Issues in Teacher Education: Preparing Future Science Educators to Integrate Socio-scientific Issues in the Classroom*. Science Education, 94(2), 296-319.
- Laurillard, D. (2020). *Teaching as a Design Science: Building Pedagogical Patterns for Learning and Technology*. Routledge
- Lee, M. H., & Frame, K. (2018). *Teaching Socio-scientific Issues: Challenges and Opportunities*. Science Education Review, 17(3), 233-250.
- Levinson, R. (2010). *Teaching about Socio-scientific Issues: The Challenge for Science Education*. Studies in Science Education, 46(2), 139-167.
- Lin, S.-S., Tsai, M.-J., & Chang, K.-E. (2021). Enhancing Student Engagement and Learning with Multimedia Resources. Computers & Education, 164, 104-116.
- Mardhiyah, R.H., Aldriani, S.N.F., Chitta, F., & Zulfikar, M.R. (2021). Pentingnya Keterampilan Belajar di Abad sebagai Tuntutan dalam Pengembangan Sumber Daya Manusia. *Lectura: Jurnal Pendidikan*, 12(1), 29-40.
- Marzano, R. J. (2017). *The New Art and Science of Teaching: More Than Fifty New Instructional Strategies for Academic Success*. Solution Tree Press.
- Mayer, R. E. (2021). *Multimedia Learning* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Miller, J. D., & Aikenhead, G. S. (2018). *Public Perceptions of Science and Technology*. Routledge.

- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2020). The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them. *Educational Psychology Review*, 32(1), 89-114.
- Nuangchalem, P. (2010). Engaging Students to Perceive Nature of Science Through Socioscientific Issues-Based Instruction. *European Journal of Social Sciences*, 13(1), 34-37.
- P21. (2019). *Framework for 21st Century Learning*. Partnership for 21st Century Learning. Retrieved from P21 Framework
- Rahayu, Y., Suhendar, S., & Ratnasari, J. (2020). Keterampilan Argumentasi Siswa Pada Materi Sistem Gerak SMA Negeri Kabupaten Sukabumi-Indonesia. *Biodik*, 6(3), 12-318. <https://doi.org/10.22437/bio.v6i3.9802>
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2006). *Beyond STS: The Role of Socio-scientific Issues in Science Education*. *Science Education*, 90(5), 779-803.
- Sadler, T. D., Burgin, S., McKinney, L., & Ponjuan, L. (2013). *Learning Science through Socioscientific Issues: A Case Study of Global Climate Change*. *International Journal of Science Education*, 35(13), 2275-2293.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2021). *Integrating Socio-scientific Issues into Science Curriculum: A Case Study*. *Journal of Research in Science Teaching*, 58(2), 210-232.
- Saavedra, A. R., & Opfer, V. D. (2019). *Learning 21st-Century Skills Requires 21st-Century Teaching*. *Phi Delta Kappan*, 100(1), 17-24.
- Shulman, L. S. (2005). The Signature Pedagogies of the Professions of Law, Medicine, Engineering, and the Clergy: Potential Lessons for the Education of Teachers. *Educational Researcher*, 34(3), 3-14.

- Sismawarni, W.U.D., Usman, Hamid, N., & Kusumaningtyas, P. (2020). Pengaruh Penggunaan Isu Sosiosaintifik dalam Model Pembelajaran Berbasis Masalah Terhadap Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa. *Jambura Journal of Educational Chemistry*, 2(1), 10-17.
- Slavin, R. E. (2018). *Educational Psychology: Theory and Practice* (12th ed.). Boston: Pearson.
- Thiagarajan, S., dkk. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children*. Washinton DC: National Center for Improvement Educational System.
- Thomas, J. W. (2021). *A Review of Research on Project-Based Learning*. *Educational Leadership*, 78(5), 36-42.
- Viyanti, V., Cari, C., Sunarno, W., & Prasetyo, Z. K. (2016). Pemberdayaan Keterampilan Argumentasi Mendorong Pemahaman Konsep Siswa. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 7(1), 43–48. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v7i1.1152>
- Voogt, J., & Roblin, N. P. (2019). *21st Century Skills: Discussion Paper*. *European Journal of Education*, 54(2), 229-248.
- Wang, M., Zhu, X., & Wang, Y. (2019). Impact of Online Learning Resources on Student Engagement and Performance. *Educational Technology Research and Development*, 67(3), 543-558.
- Zeidler, D. L., & Nichols, B. (2009). *Sociocultural Perspectives on Science Education: An Introduction*. *Science Education*, 93(3), 332-350.
- Zeidler, D. L. (2019). The Role of Socio-scientific Issues in Developing Science Literacy: A Review. *Science Education*, 103(4), 788-809.
- Zhang, D., Zhang, L., & Li, W. (2020). *Exploring Problem-Based Learning for Developing 21st Century Skills*. *Educational Research Review*, 15, 12-29.

- Zhang, D., Zhang, L., & Li, W. (2022). *Enhancing Understanding of 21st Century Skills Through Interactive Learning Resources*. *Journal of Educational Technology & Society*, 25(2), 85-102.
- Zheng, B., & Zhang, D. (2022). Integrating Emerging Technologies into Instructional Design: The Impact of Multimedia on Student Learning Outcomes. *Educational Technology Research and Development*, 70(1), 135-150.