

**PENELITIAN DASAR  
PROGRAM STUDI**



**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
SUMATERA UTARA MEDAN**

***LAPORAN PENELITIAN***

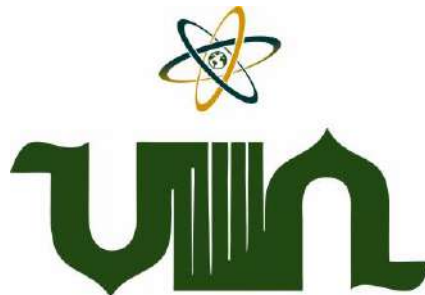
**PENGEMBANGAN BUKU PANDUAN INTEGRASI ISU SOSIOILMIAH  
(SSI) DAN SDGS DALAM PEMBELAJARAN BIOLOGI  
UNTUK CALON GURU ABAD KE-21**

**PENELITI :**

Ummi Nur Afinni D.J., M.Pd NIP 199210232019032024 (Ketua)  
Kartika Manalu, M.Pd NIP 198412132011012008 (Anggota)

**FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2025**

**PENELITIAN DASAR  
PROGRAM STUDI**



**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
SUMATERA UTARA MEDAN**

***LAPORAN PENELITIAN***

**PENGEMBANGAN BUKU PANDUAN INTEGRASI ISU SOSIO-ILMIAH (SSI) DAN SDGS DALAM PEMBELAJARAN BIOLOGI  
UNTUK CALON GURU ABAD KE-21**

**PENELITI:**

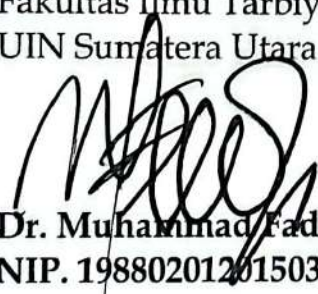
Umami Nur Afinni D.J., M.Pd NIP 199210232019032024 (Ketua)  
Kartika Manalu, M.Pd NIP 198412132011012008 (Anggota)

**FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGURUAN  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI  
SUMATERA UTARA  
MEDAN  
2025**

## LEMBAR PENGESAHAN

1. Judul Penelitian : Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21
2. Kluster Penelitian : Penelitian Dasar Program Studi
3. Bidang Keilmuan : Perencanaan Pembelajaran Biologi
4. Kategori : Kelompok
5. Nama Peneliti : Ummi Nur Afinni Dwi Jayanti., M.Pd.  
Kartika Manalu, M. Pd
6. ID Sinta Ketua : 6704057
7. Program Studi : S1 Tadris Biologi
8. Waktu Penelitian : 18 Maret 2025 s.d 30 Juli 2025
9. Lokasi Penelitian : UIN Sumatera Utara Medan
10. Biaya Penelitian : Rp. 20.000.000, - (Dua puluh juta rupiah)

Disahkan oleh Ketua  
Ketua Unit Penjaminan Mutu  
Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan  
UIN Sumatera Utara Medan

  
Dr. Muhammad Fadhli, M.Pd  
NIP. 198802012015031005

Medan, 23 Oktober 2025  
Ketua Peneliti,

  
Ummi 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 Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21" 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, 23 Oktober 2025

Yang Menyatakan



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

## ABSTRAK

Jayanti, U.N.A.D.J & Manalu, K. (2025). **Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21**

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan akan sumber belajar yang mampu mengintegrasikan isu sosio-ilmiah (*Socio-Scientific Issues/SSI*) dan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*) dalam pembelajaran Biologi, guna menyiapkan calon guru yang memiliki kompetensi abad ke-21. Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang dan mengembangkan buku panduan integrasi SSI dan SDGs dalam pembelajaran biologi yang valid, praktis dan efektif dalam meningkatkan keterampilan pedagogik calon guru abad 21. Penelitian ini menggunakan model pengembangan 4D (*Define, Design, Develop, Disseminate*) oleh Thiagarajan (1974), yang dilaksanakan pada bulan Maret-Juli 2025 di Program Studi Tadris Biologi UIN Sumatera Utara Medan. Subjek penelitian adalah mahasiswa yang telah menempuh mata kuliah Strategi Pembelajaran Biologi. Data diperoleh melalui kuesioner, studi dokumen, dan validasi ahli. Hasil analisis menunjukkan bahwa mahasiswa dan dosen masih memerlukan panduan yang sistematis untuk mengintegrasikan SSI dan SDGs dalam praktik pembelajaran. Buku panduan yang dikembangkan memuat konsep teoretis, contoh penerapan, serta langkah-langkah pembelajaran yang kontekstual dan berorientasi pada keterampilan berpikir kritis, kolaborasi, dan literasi sains. Hasil validasi menunjukkan bahwa buku panduan ini layak, praktis, dan efektif digunakan dalam pembelajaran Biologi. Penelitian ini berkontribusi dalam memperkuat literasi sains dan kesadaran keberlanjutan bagi calon guru Biologi, sejalan dengan tuntutan pendidikan abad ke-21 dan pencapaian SDGs.

**Kata Kunci:** Isu Sosio-Ilmiah (SSI); SDGs; Pembelajaran Biologi; Keterampilan Abad ke-21.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Penelitian Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan (FITK) Tahun Anggaran 2025 yang berjudul **“Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21.”**

Laporan ini merupakan hasil dari rangkaian kegiatan penelitian yang telah dilaksanakan oleh peneliti sebagai bagian dari upaya pengembangan inovasi pembelajaran Biologi yang relevan dengan tuntutan kompetensi abad ke-21. Penelitian ini berfokus pada pengembangan sumber belajar berupa buku panduan yang mengintegrasikan *Socio-Scientific Issues* (SSI) dan *Sustainable Development Goals* (SDGs) dalam konteks pembelajaran Biologi, dengan tujuan membekali calon guru agar memiliki keterampilan pedagogik yang mumpuni, kemampuan berpikir kritis, literasi sains, dan kepedulian terhadap isu global serta keberlanjutan lingkungan.

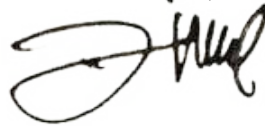
Penyusunan laporan ini juga menjadi bentuk akuntabilitas ilmiah dan pertanggungjawaban peneliti kepada lembaga pengelola, yaitu Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan UIN Sumatera Utara, serta sebagai kontribusi nyata dalam memperkuat budaya riset dan inovasi di lingkungan akademik.

Peneliti menyadari sepenuhnya bahwa laporan penelitian ini masih memiliki keterbatasan dan kekurangan, baik dari segi isi maupun penyajiannya. Oleh karena itu, peneliti mengharapkan kritik, masukan, dan saran yang konstruktif dari berbagai pihak demi penyempurnaan laporan penelitian ini di masa yang akan datang. Semoga laporan ini dapat memberikan manfaat dan menjadi

inspirasi dalam pengembangan inovasi pembelajaran Biologi yang berorientasi pada integrasi nilai-nilai sains, sosial, dan keberlanjutan.

Medan, 23 Oktober 2025

Ketua Peneliti,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Umami Nur Afinni D. J.', written in a cursive style.

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

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....	ii
ABSTRAK .....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah .....	5
C. Tujuan Penelitian .....	5
D. Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	7
A. Pembelajaran Biologi dan Tantangan Abad ke-21.....	7
B. Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dalam Pembelajaran Biologi.....	10
C. Integrasi Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) dalam Pendidikan.....	14
BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....	17
A. Waktu dan Tempat Penelitian .....	17
B. Subjek Penelitian.....	17
C. Prosedur Penelitian .....	17
D. Subyek Uji Coba Lapangan .....	20
E. Uji Coba Produk.....	20
F. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data .....	21



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	26
A. Pendefinisian ( <i>Define</i> ) .....	26
B. Perancangan ( <i>Design</i> ) .....	44
C. Pengembangan ( <i>Develop</i> ) .....	46
D. Penyebaran ( <i>Disseminate</i> ).....	67
BAB V PENUTUP .....	70
A. KESIMPULAN .....	70
B. SARAN .....	71

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Instrumen Analisis Kebutuhan .....	77
Lampiran 2. Instrumen SDG Literacy .....	81
Lampiran 3. Instrumen Validasi Ahli .....	93
Lampiran 4. Hasil Validasi .....	101
Lampiran 5. Hasil Uji Kepraktisan Dosen .....	110
Lampiran 6. Hasil Uji Kepraktisan Mahasiswa .....	116
Lampiran 7. Skenario Pembelajaran Uji Keefektifan .....	131
Lampiran 8. HaKI dan Surat Pengurusan ISBN .....	17
Lampiran 9. Dokumentasi .....	147
Lampiran 10. Draft Executive Summary .....	17

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang Masalah**

Pendidikan biologi memiliki peran strategis dalam membentuk generasi yang memiliki literasi saintifik, kemampuan berpikir kritis, serta kesadaran terhadap isu-isu yang berkembang di masyarakat. Pembelajaran biologi yang ideal tidak hanya menekankan penguasaan konsep ilmiah, tetapi juga harus menghubungkan ilmu pengetahuan dengan kehidupan sosial dan keberlanjutan lingkungan. Pendekatan pembelajaran biologi yang mengintegrasikan sains, kehidupan sosial, dan keberlanjutan lingkungan terbukti efektif membentuk generasi yang tidak hanya cerdas secara akademik, tetapi juga peduli dan proaktif terhadap isu sosial dan lingkungan.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan mengintegrasikan isu sosio-ilmiah/*Socio-Scientific Issues* (SSI), yang menawarkan ruang pembelajaran berbasis isu nyata dan mengajak siswa atau calon guru untuk berpikir secara reflektif terhadap persoalan yang kompleks dan multidimensi. Penelitian oleh Sadler (2011, 2016) dan Zeidler dkk (2005) menunjukkan bahwa pendekatan SSI mampu mendorong keterampilan berpikir kritis, pengambilan keputusan berbasis data, dan sikap ilmiah dalam konteks kehidupan nyata.

Seiring dengan urgensi global terhadap keberlanjutan, pendidikan berbasis *Sustainable Development Goals* (SDGs) atau *Education for Sustainable Development* (ESD) juga mulai menjadi perhatian dalam dunia pendidikan, termasuk dalam pembelajaran sains. UNESCO menekankan pentingnya integrasi SDGs dalam pembelajaran untuk membangun kesadaran global, kepedulian sosial,

dan tanggung jawab terhadap masa depan planet. Dalam konteks ini, pendidikan biologi memegang peranan penting dalam sistem pendidikan global karena mampu menumbuhkan kesadaran lingkungan, etika ekologis, dan tanggung jawab sosial (Yi Hu dkk., 2025). Nilai-nilai yang berfokus pada lingkungan hidup, kesehatan, dan keseimbangan ekosistem memang menjadi inti dari pendidikan biologi yang selaras dengan tujuan SDGs.

Sayangnya, meskipun secara teoretis integrasi antara Socio-Scientific Issues (SSI) dan SDGs sangat relevan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran biologi, implementasinya di lapangan—khususnya dalam pendidikan calon guru di LPTK—masih jauh dari optimal. Penelitian menunjukkan bahwa calon guru dan guru di sekolah sering mengalami kesulitan dalam memahami prinsip-prinsip pembelajaran berbasis isu sosiosaintifik, serta menghadapi keterbatasan sumber daya, baik dari segi bahan ajar maupun fasilitas pendukung (Harefa, 2025; Rifa'i & Subiantoro, 2022; Widad dkk., 2025). Selain itu, pengembangan desain instruksional dan media pembelajaran yang mengintegrasikan SSI dan SDGs masih sangat terbatas, sehingga calon guru belum memiliki panduan praktis yang dapat diadaptasi dalam praktik pembelajaran (Rifa'i & Subiantoro, 2022). Guru dan calon guru juga melaporkan rendahnya literasi siswa serta tantangan dalam memotivasi siswa untuk terlibat aktif dalam pembelajaran berbasis SSI, yang pada akhirnya berdampak pada efektivitas integrasi SDGs dalam pembelajaran (Widad dkk., 2025). Kurangnya pelatihan, minimnya pengembangan bahan ajar kontekstual, serta perubahan kurikulum yang dinamis semakin memperkuat kebutuhan akan penguatan kapasitas dan dukungan sistematis bagi calon guru agar mampu mengimplementasikan integrasi SSI dan SDGs secara efektif (Harefa, 2025; Putra dkk., 2025; Widad dkk., 2025). Dengan demikian, terdapat kesenjangan nyata antara urgensi teoretis dan praktik di lapangan, yang menegaskan perlunya inovasi dan pengembangan bahan ajar serta pelatihan

husus di LPTK untuk mendukung integrasi SSI dan SDGs dalam pembelajaran biologi.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan upaya implementasi pendekatan SSI dan integrasi SDGs dalam pembelajaran, namun sebagian besar fokus pada pembelajaran siswa sekolah menengah atau konteks tertentu di kelas sains umum. Misalnya, penelitian oleh Khishfe (2012) menekankan pentingnya pembelajaran SSI dalam membentuk argumentasi ilmiah pada siswa SMA, sementara studi oleh Uitto dkk. (2011) menyoroti persepsi guru terhadap keberlanjutan dalam pendidikan sains. Meski memberi kontribusi penting, kajian-kajian tersebut belum menyoroti pengembangan bahan ajar berbasis SSI dan SDGs yang ditujukan untuk calon guru biologi secara spesifik. Belum banyak dikembangkan sumber belajar atau buku panduan yang secara terstruktur memandu mahasiswa calon guru dalam menerapkan pembelajaran berbasis isu sosial-ilmiah dan keberlanjutan secara bersamaan.

Kondisi ini mencerminkan kebutuhan akan sumber belajar yang kontekstual dan aplikatif, yang tidak hanya menyampaikan materi, tetapi juga melatih calon guru dalam merancang pembelajaran biologi yang menyentuh realitas sosial dan global. Dalam konteks pendidikan calon guru, keberadaan buku panduan yang memuat strategi pengintegrasian SSI dan SDGs dapat menjadi jembatan antara teori yang dipelajari dengan praktik mengajar yang akan dilakukan di lapangan. Buku panduan semacam ini perlu disusun berdasarkan prinsip pedagogi modern, dilengkapi dengan studi kasus, lembar kerja, serta panduan reflektif yang dapat digunakan secara mandiri maupun kolaboratif dalam kegiatan perkuliahan. Pengembangan bahan ajar yang demikian tidak hanya menjawab tantangan pembelajaran biologi masa kini, tetapi juga memberikan kontribusi nyata terhadap penguatan kompetensi calon guru abad ke-21. Guru

yang mampu memahami dan mengajarkan isu sains dalam konteks sosial dan global adalah guru yang siap menjadi agen perubahan.

Meskipun integrasi SSI dan SDG dalam pembelajaran biologi diakui penting untuk mendukung pendidikan berkelanjutan, penelitian menunjukkan bahwa pengembangan buku panduan atau bahan ajar yang secara sistematis menggabungkan kedua aspek ini masih sangat terbatas. Guru dan calon guru seringkali mengalami kesulitan dalam merancang pembelajaran yang mengaitkan SSI dengan SDGs karena kurangnya sumber daya, model, dan panduan praktis yang dapat diadaptasi untuk konteks kelas (Bayram-Jacobs dkk., 2019; Cantó dkk., 2025; Faisal & Martin, 2022; Faizah dkk., 2024; Ferrer-Estévez & Chalmeta, 2021; Hernández-Ramos dkk., 2021; Stouthart dkk., 2023). Studi-studi yang ada lebih banyak berfokus pada pengembangan modul, pelatihan guru, atau inovasi pembelajaran berbasis proyek, namun belum banyak yang mengembangkan buku panduan komprehensif yang dapat digunakan secara luas untuk mendukung integrasi SSI dan SDGs dalam kurikulum biologi (Faizah dkk., 2024; Ferrer-Estévez & Chalmeta, 2021; Hernández-Ramos dkk., 2021; Stouthart dkk., 2023).

Selain itu, tantangan dalam implementasi di lapangan, seperti keterbatasan pemahaman guru, resistensi terhadap inovasi pedagogis, dan kurangnya pelatihan khusus, semakin menegaskan perlunya pengembangan buku panduan yang aplikatif, kontekstual, dan berbasis kebutuhan nyata di sekolah (Bayram-Jacobs dkk., 2019; Cantó dkk., 2025; Faisal & Martin, 2022; Ferrer-Estévez & Chalmeta, 2021; Hernández-Ramos dkk., 2021; Stouthart dkk., 2023). Dengan demikian, pengembangan buku panduan integrasi SSI dan SDGs dalam pembelajaran biologi merupakan area riset yang masih terbuka lebar dan memiliki potensi novelty yang tinggi, baik dari sisi desain, konten, maupun strategi implementasinya. Oleh karena itu, pengembangan buku panduan integratif ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengayaan bahan ajar di LPTK dan



mendorong hadirnya praktik pembelajaran biologi yang lebih kritis, reflektif, dan berorientasi pada keberlanjutan.

## **B. Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kevalidan buku panduan integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam pembelajaran biologi?
2. Bagaimana kepraktisan buku panduan integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam pembelajaran biologi?
3. Bagaimana keefektifan buku panduan integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam pembelajaran biologi dalam meningkatkan kemampuan merancang pembelajaran mahasiswa calon guru biologi?

## **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan dalam penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui kevalidan buku panduan integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam pembelajaran biologi
2. Untuk mengetahui kepraktisan buku panduan integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam pembelajaran biologi
3. Untuk mengetahui keefektifan buku panduan integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam pembelajaran biologi biologi dalam meningkatkan kemampuan merancang pembelajaran mahasiswa calon guru biologi

## **D. Manfaat Penelitian**

Penelitian ini memberikan manfaat diantaranya:

### **1. Teoritis**

Penelitian ini berkontribusi dalam pengembangan teori pembelajaran biologi kontekstual berbasis isu sosio-ilmiah dan tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs), serta memperkaya literatur terkait kompetensi abad ke-21 dan pendekatan interdisipliner dalam pendidikan sains khususnya biologi.

## **2. Praktis**

Secara praktis, penelitian ini berkontribusi terhadap:

### **a. Dosen**

Hasil penelitian ini diharapkan menjadi referensi tambahan dalam merancang perkuliahan dan penugasan yang mendukung integrasi nilai-nilai sosio-ilmiah dan keberlanjutan dalam pembelajaran biologi, khususnya dalam mata kuliah pedagogik, kurikulum, atau microteaching.

### **b. Mahasiswa**

Sebagai sumber belajar inovatif yang membantu memperluas wawasan kritis terhadap keterkaitan biologi dengan isu sosial dan lingkungan dalam kehidupan nyata.

### **c. Peneliti**

Memberikan pengalaman dalam pengembangan bahan ajar berbasis kontekstual (khususnya SSI dan SDGs) serta membuka peluang untuk penelitian lanjutan di bidang pengembangan media, bahan ajar dan inovasi pembelajaran.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Pembelajaran Biologi dan Tantangan Abad ke-21**

Pembelajaran biologi di era abad ke-21 dituntut untuk tidak hanya berfokus pada penguasaan konsep ilmiah, tetapi juga membekali peserta didik—terutama calon guru—dengan keterampilan berpikir kritis, komunikasi, kolaborasi, dan kreativitas (4C). Tantangan global seperti krisis lingkungan, kesehatan masyarakat, hingga ketahanan pangan menuntut pendekatan pembelajaran yang relevan dengan kehidupan nyata. Menghadapi tantangan global, pembelajaran biologi harus mengadopsi pendekatan lintas disiplin, kontekstual, dan berbasis aksi nyata. Guru berperan penting dalam menyiapkan generasi yang mampu memahami dan mencari solusi atas krisis lingkungan, kesehatan, dan pangan secara berkelanjutan.

Guru biologi masa kini harus mampu memfasilitasi pembelajaran kontekstual, bukan sekadar menyampaikan materi. Guru perlu menguasai berbagai model pembelajaran dan mampu mengaitkan sains dengan kehidupan nyata (Herlinawati dkk., 2024; Jayanti dkk., 2024). Hal ini menempatkan guru tidak sekadar sebagai penyampai materi, melainkan sebagai fasilitator pembelajaran kontekstual dan bermakna. Melibatkan siswa dalam proyek nyata, seperti pengelolaan limbah, pertanian berkelanjutan, atau simulasi penanganan krisis pangan, terbukti meningkatkan keterampilan berpikir kritis, kolaborasi, dan kepedulian sosial (Hou dkk., 2020, 2020).

Pembelajaran biologi yang efektif di abad ke-21 harus berorientasi pada pengembangan kompetensi peserta didik dalam menghadapi perubahan zaman. Perubahan teknologi, pola hidup, serta isu global

menuntut peserta didik untuk memahami hubungan antara sains dan kehidupan sosial. Proses pembelajaran yang relevan menumbuhkan kemampuan berpikir ilmiah yang disertai kesadaran terhadap dampak sosial dan lingkungan. Guru biologi harus mampu menumbuhkan kemampuan adaptif agar peserta didik siap menghadapi kompleksitas dunia nyata. Penerapan pendekatan ilmiah (*scientific approach*) menjadi sarana untuk melatih keterampilan berpikir kritis dan analitis.

Konteks pembelajaran abad ke-21 mengharuskan guru untuk memanfaatkan teknologi digital sebagai media belajar. Integrasi teknologi dalam pembelajaran biologi memperluas akses informasi ilmiah dan meningkatkan interaktivitas belajar. Pemanfaatan aplikasi simulasi, video eksperimen, dan platform kolaboratif dapat memperkuat pemahaman konsep biologi. Kegiatan pembelajaran yang berbasis teknologi juga menumbuhkan kemampuan literasi digital dan berpikir logis. Guru yang melek teknologi akan lebih mudah membimbing siswa menghubungkan teori biologi dengan fenomena nyata.

Pendekatan pembelajaran biologi yang kontekstual memberikan ruang bagi peserta didik untuk belajar melalui pengalaman langsung. Aktivitas observasi lapangan, studi lingkungan, dan eksperimen sederhana membantu peserta didik memahami keterkaitan antara teori dan realitas. Proses belajar berbasis pengalaman (*experiential learning*) membangun rasa ingin tahu dan meningkatkan motivasi belajar. Pengalaman nyata memperkuat kemampuan peserta didik dalam menginterpretasikan data ilmiah dan membuat kesimpulan logis. Pembelajaran yang menekankan pada aktivitas lapangan juga menumbuhkan empati terhadap lingkungan hidup.

Keterampilan berpikir kritis menjadi kompetensi utama yang harus dikembangkan melalui pembelajaran biologi abad ke-21. Peserta didik perlu dilatih untuk menganalisis informasi, mengevaluasi data, dan mengemukakan argumen ilmiah. Kegiatan

seperti diskusi ilmiah, studi kasus, dan penulisan laporan penelitian mendorong pengembangan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Proses pembelajaran yang menantang intelektual akan meningkatkan keaktifan siswa dalam mencari solusi terhadap permasalahan biologis. Guru berperan penting dalam merancang pertanyaan terbuka yang memicu refleksi dan penalaran ilmiah.

Kolaborasi juga menjadi aspek penting dalam pembelajaran biologi modern. Aktivitas kelompok seperti proyek penelitian bersama dan kegiatan laboratorium mengajarkan kerja sama, komunikasi, dan tanggung jawab bersama. Proses kolaboratif memungkinkan peserta didik saling bertukar gagasan dan memperkaya pemahaman konsep. Sikap saling menghargai pendapat dan kemampuan mendengarkan menjadi bagian dari pembentukan karakter ilmiah. Pembelajaran biologi yang menekankan kolaborasi menghasilkan peserta didik yang adaptif dan mampu bekerja dalam tim multidisiplin.

Kreativitas dalam pembelajaran biologi dapat tumbuh ketika peserta didik diberi kesempatan untuk merancang eksperimen atau solusi inovatif terhadap permasalahan nyata. Guru dapat memberikan tantangan berupa proyek berbasis riset yang menuntut ide baru dan pemikiran orisinal. Aktivitas seperti merancang ekosistem mini, inovasi pengelolaan limbah, atau pemanfaatan sumber daya alam secara berkelanjutan dapat menstimulasi kreativitas. Lingkungan belajar yang terbuka dan apresiatif terhadap ide siswa mendorong terciptanya inovasi ilmiah. Kreativitas yang berkembang melalui pembelajaran biologi menjadi modal penting dalam menghadapi tantangan dunia kerja.

Integrasi nilai sosial dan etika dalam pembelajaran biologi turut memperkuat pendidikan karakter. Peserta didik tidak hanya memahami konsep ilmiah, tetapi juga belajar menghargai kehidupan, lingkungan, dan keberagaman. Guru perlu menekankan pentingnya tanggung jawab manusia terhadap keberlanjutan alam melalui

kegiatan reflektif dan diskusi etis. Pembelajaran biologi yang berorientasi pada nilai membentuk peserta didik yang memiliki empati dan integritas. Pendidikan sains yang humanis menjadi kunci untuk menyeimbangkan antara kecerdasan intelektual dan moral.

Pembelajaran biologi di abad ke-21 memiliki potensi besar dalam membentuk generasi yang adaptif, kreatif, dan peduli terhadap isu global. Integrasi keterampilan abad ke-21 dengan pendekatan kontekstual menghasilkan proses belajar yang bermakna dan aplikatif. Guru biologi berperan penting sebagai inovator dan motivator dalam menghadirkan pembelajaran yang inspiratif. Pendidikan biologi yang relevan dengan perkembangan zaman akan menciptakan lulusan yang siap bersaing di dunia global. Pembelajaran yang berorientasi pada tantangan abad ke-21 menjadi langkah strategis untuk membangun generasi ilmiah yang berdaya saing dan beretika.

Pembelajaran biologi yang selaras dengan tuntutan abad ke-21 tidak hanya menekankan penguasaan kompetensi ilmiah, tetapi juga kesadaran terhadap kompleksitas permasalahan sosial yang berakar pada ilmu pengetahuan. Keterampilan berpikir kritis, kolaboratif, dan kreatif yang telah dibangun melalui pembelajaran kontekstual menjadi landasan penting untuk menghadapi persoalan nyata di masyarakat. Penguatan kompetensi tersebut perlu diarahkan pada kemampuan peserta didik dalam menganalisis dan mengambil keputusan terhadap isu-isu biologi yang memiliki dimensi sosial, etika, dan lingkungan. Penerapan pembelajaran berbasis isu sosio-ilmiah (SSI) menjadi langkah strategis untuk mengintegrasikan sains dengan konteks kehidupan manusia secara utuh.

## **B. Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dalam Pembelajaran Biologi**

Isu sosio-ilmiah (SSI) adalah topik-topik yang mengandung dimensi ilmiah dan sosial, sering kali bersifat kontroversial, dan memiliki dampak langsung terhadap masyarakat. Contoh isu ini antara lain rekayasa genetika, penggunaan vaksin, perubahan iklim,



dan deforestasi. Dalam konteks pendidikan biologi, pendekatan SSI memungkinkan peserta didik untuk belajar tidak hanya tentang ilmu pengetahuan, tetapi juga bagaimana sains berinteraksi dengan nilai, kebijakan, dan kepentingan masyarakat (Zeidler et al., 2005). Mengaitkan materi biologi dengan isu-isu sosial dan lingkungan sekitar (*socio-scientific issues*) membuat pembelajaran lebih relevan dan bermakna, serta menumbuhkan kepedulian dan pemikiran kritis siswa (Adlini dkk., 2024; Kasap dkk., 2024). Dengan demikian, SSI dapat digunakan sebagai pintu masuk untuk mengembangkan literasi saintifik yang utuh.

Penerapan integrasi SSI dalam pembelajaran biologi terbukti dapat meningkatkan keterlibatan siswa, membangun kesadaran sosial, serta melatih argumentasi dan pengambilan keputusan yang bertanggung jawab. Bagi calon guru, memahami dan mengintegrasikan SSI ke dalam praktik mengajar menjadi kunci dalam mengembangkan pembelajaran yang reflektif dan kontekstual. Namun, belum banyak buku panduan atau sumber ajar di LPTK yang secara sistematis mengajarkan cara menerapkan SSI secara efektif. Maka dari itu, dibutuhkan pengembangan bahan ajar yang dapat menjembatani pemahaman konsep biologi dengan persoalan nyata yang dihadapi masyarakat.

Pembelajaran berbasis SSI membantu peserta didik memahami bahwa sains tidak berdiri secara terpisah dari kehidupan sosial, ekonomi, dan budaya. Pembelajaran berbasis isu ini mengajarkan siswa untuk mempertimbangkan aspek moral, etika, dan dampak sosial dari penerapan ilmu pengetahuan. Melalui proses tersebut, peserta didik dapat melihat hubungan antara teori biologi dan dilema sosial yang timbul akibat penerapan teknologi. Pengalaman belajar yang demikian menumbuhkan kesadaran kritis terhadap tanggung jawab manusia dalam penggunaan sains. Guru memiliki peran strategis dalam menuntun siswa menilai isu ilmiah dari berbagai perspektif secara objektif dan berimbang.

Kegiatan pembelajaran berbasis SSI menuntut keterlibatan aktif siswa dalam proses berpikir ilmiah dan pengambilan keputusan. Peserta didik diajak untuk mengidentifikasi masalah, mengumpulkan data, menganalisis informasi, dan menyusun argumen berdasarkan bukti ilmiah. Keterampilan ini sangat penting untuk membangun literasi sains yang sejati, yaitu kemampuan menggunakan pengetahuan ilmiah dalam konteks kehidupan nyata. Pendekatan SSI menumbuhkan kepekaan sosial dan rasa tanggung jawab terhadap keputusan yang diambil. Pembelajaran yang berbasis diskusi dan refleksi memperkaya proses kognitif sekaligus membentuk karakter ilmiah peserta didik.

Guru biologi yang memahami pendekatan SSI dapat merancang pembelajaran yang menantang sekaligus bermakna. Pemilihan isu yang relevan dengan kehidupan siswa menjadi langkah awal untuk menumbuhkan minat belajar. Misalnya, isu perubahan iklim, polusi plastik, dan penggunaan pestisida dapat digunakan untuk mengaitkan konsep ekologi dan bioteknologi dengan realitas sosial. Kegiatan seperti debat ilmiah atau proyek aksi lingkungan memungkinkan siswa untuk mengembangkan keterampilan komunikasi ilmiah. Pembelajaran seperti ini tidak hanya berfokus pada hasil kognitif, tetapi juga pada pembentukan sikap ilmiah dan kepedulian sosial.

Implementasi SSI juga berpotensi meningkatkan motivasi belajar siswa karena materi yang dipelajari dianggap memiliki makna personal dan sosial. Peserta didik menjadi lebih antusias ketika mereka dapat berkontribusi pada diskusi yang relevan dengan kehidupan mereka. Guru dapat memanfaatkan pendekatan ini untuk membangun rasa kepemilikan terhadap proses belajar. Proses belajar yang bersifat partisipatif memperkuat hubungan antara siswa, guru, dan masyarakat. Pendekatan SSI pada akhirnya menciptakan suasana pembelajaran yang dinamis dan reflektif.

Penerapan SSI dalam pembelajaran biologi menuntut guru untuk memiliki kemampuan pedagogik dan literasi sains yang kuat. Guru perlu memahami bagaimana menyeimbangkan antara pengetahuan ilmiah dan nilai-nilai sosial yang berkembang di masyarakat. Perencanaan pembelajaran yang matang diperlukan agar diskusi mengenai isu-isu sensitif tetap berjalan secara konstruktif. Penggunaan sumber data ilmiah yang valid serta fasilitasi dialog terbuka menjadi kunci dalam menjaga objektivitas. Guru yang kompeten dalam SSI mampu menjadi mediator antara sains dan nilai-nilai kemanusiaan dalam kelas.

Kendala yang sering dihadapi dalam penerapan SSI adalah keterbatasan referensi dan model pembelajaran yang dapat digunakan oleh guru. Sebagian guru merasa kesulitan menentukan pendekatan yang sesuai untuk menyeimbangkan aspek ilmiah dan sosial dari suatu isu. Selain itu, waktu dan tuntutan kurikulum yang padat sering menjadi hambatan dalam pelaksanaan pembelajaran berbasis isu. Diperlukan dukungan berupa panduan praktis, pelatihan, dan kolaborasi antar pendidik untuk mengoptimalkan penerapan SSI. Penguatan kapasitas guru menjadi langkah penting dalam memastikan keberhasilan implementasi pendekatan ini.

Lembaga Pendidikan Tenaga Kependidikan (LPTK) memiliki tanggung jawab besar dalam menanamkan pemahaman SSI kepada calon guru biologi. Melalui kurikulum yang terintegrasi, calon guru dapat dilatih untuk menganalisis isu-isu sosio-ilmiah secara ilmiah dan etis. Program pembelajaran di LPTK perlu menekankan keterampilan merancang pembelajaran berbasis isu dan membimbing diskusi yang konstruktif. Pengalaman langsung dalam menerapkan SSI di lapangan dapat memperkuat kesiapan calon guru menghadapi tantangan nyata di dunia pendidikan. Penerapan ini akan menghasilkan pendidik yang kritis, reflektif, dan peka terhadap isu-isu global.

Pendekatan SSI memberikan kontribusi besar dalam mengembangkan literasi sains masyarakat secara umum. Peserta didik yang terbiasa menganalisis isu ilmiah dari berbagai perspektif akan tumbuh menjadi warga negara yang melek sains dan bertanggung jawab. Kesadaran terhadap keterkaitan antara ilmu pengetahuan dan kehidupan sosial dapat membangun pola pikir yang lebih inklusif dan berkelanjutan. Pendidikan biologi berbasis SSI menjadi sarana strategis untuk membentuk masyarakat yang berpikir ilmiah dan bertindak etis. Penguatan literasi ini menjadi fondasi penting dalam mewujudkan tujuan pendidikan abad ke-21.

Isu sosio-ilmiah dalam pembelajaran biologi membuka jalan bagi integrasi nilai-nilai keberlanjutan dalam pendidikan. Keterkaitan antara isu lingkungan, etika, dan sains menuntut adanya pemahaman yang lebih luas tentang tanggung jawab manusia terhadap bumi. Integrasi pendekatan SSI dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) menjadi langkah penting untuk menghadirkan pembelajaran yang tidak hanya ilmiah, tetapi juga berorientasi pada kesejahteraan global. Subbab berikutnya akan membahas bagaimana prinsip-prinsip SDGs dapat diintegrasikan dalam pendidikan biologi untuk memperkuat literasi sains, etika, dan kesadaran lingkungan peserta didik.

### **C. Integrasi Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) dalam Pendidikan**

Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (*Sustainable Development Goals/SDGs*) merupakan agenda global yang terdiri dari 17 tujuan utama yang berfokus pada penghapusan kemiskinan, perlindungan bumi, dan peningkatan kesejahteraan manusia pada tahun 2030. Agenda ini menjadi komitmen bersama negara-negara anggota Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) untuk menciptakan dunia yang adil, inklusif, dan berkelanjutan. Setiap negara memiliki tanggung jawab untuk menyesuaikan tujuan tersebut dengan konteks nasional masing-masing. SDGs menekankan keseimbangan antara

aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan sebagai dasar pembangunan berkelanjutan. Agenda ini juga menjadi pedoman etis dalam merancang kebijakan publik, pendidikan, dan kehidupan sosial masyarakat.

Pendidikan memiliki peranan fundamental dalam mendukung keberhasilan implementasi SDGs di berbagai sektor kehidupan. Proses pendidikan yang berorientasi pada keberlanjutan berfungsi menumbuhkan kesadaran kritis dan tanggung jawab sosial terhadap lingkungan serta kesejahteraan bersama. SDG 4 tentang “Pendidikan Berkualitas” menegaskan pentingnya pembelajaran yang inklusif, setara, dan berorientasi pada keberlanjutan. Upaya tersebut bertujuan membentuk peserta didik yang tidak hanya cerdas secara akademik, tetapi juga memiliki kepedulian terhadap isu-isu kemanusiaan dan lingkungan. Lembaga pendidikan berperan sebagai wadah pengembangan nilai-nilai keberlanjutan melalui kurikulum dan aktivitas pembelajaran.

Ilmu biologi memiliki keterkaitan yang sangat erat dengan berbagai tujuan SDGs, terutama dalam konteks pelestarian lingkungan dan keseimbangan ekosistem. Kajian biologi membantu peserta didik memahami proses kehidupan, keanekaragaman hayati, dan hubungan antara manusia serta lingkungannya. Pembelajaran biologi memberikan kesempatan untuk menelaah dampak aktivitas manusia terhadap keberlanjutan alam. Pengetahuan tersebut dapat menumbuhkan kesadaran ekologis dan perilaku ramah lingkungan di kalangan peserta didik. Ilmu biologi dengan demikian berfungsi sebagai sarana strategis dalam menanamkan nilai-nilai pembangunan berkelanjutan.

Integrasi SDGs dalam pembelajaran biologi memberikan arah baru dalam pengembangan kurikulum dan metode pembelajaran di sekolah maupun perguruan tinggi. Peserta didik diajak untuk mengaitkan konsep-konsep biologi dengan persoalan global seperti perubahan iklim, degradasi lingkungan, dan konservasi sumber daya

alam. Pendekatan kontekstual menjadikan proses belajar lebih bermakna karena berhubungan langsung dengan kehidupan sehari-hari. Guru dapat menggunakan strategi pembelajaran berbasis proyek untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan problem solving peserta didik. Integrasi ini memperkuat relevansi pembelajaran biologi terhadap kebutuhan masyarakat dan tantangan global.

Penerapan SDGs dalam pembelajaran biologi tidak hanya meningkatkan pemahaman konsep ilmiah, tetapi juga memperkuat pembentukan karakter peserta didik. Aktivitas seperti diskusi, eksperimen, dan proyek sosial dapat menumbuhkan rasa tanggung jawab serta kerja sama. Pembelajaran yang berorientasi pada keberlanjutan menumbuhkan nilai kepedulian terhadap makhluk hidup dan lingkungan. Peserta didik belajar untuk mengambil keputusan berdasarkan etika ilmiah dan kesadaran moral. Pendidikan biologi berperan penting dalam mencetak generasi yang peduli terhadap keseimbangan ekosistem dan keadilan sosial.

Calon guru biologi perlu memiliki pemahaman komprehensif mengenai SDGs agar mampu menerapkan pembelajaran yang transformatif. Guru berfungsi sebagai agen perubahan yang mendorong peserta didik memahami hubungan antara sains dan tanggung jawab sosial. Kompetensi pedagogik dan profesional yang baik diperlukan untuk mengintegrasikan isu-isu keberlanjutan dalam kurikulum biologi. Proses pembelajaran yang dirancang dengan baik dapat menumbuhkan kesadaran ekologis dan sikap reflektif terhadap masalah global. Guru biologi yang memahami SDGs mampu menciptakan pembelajaran yang relevan, partisipatif, dan berdampak positif.



### **BAB III**

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **A. Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret hingga Juli 2025 di Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan.

### **B. Subjek Penelitian**

Subjek penelitian adalah mahasiswa semester 5 dan 7 program studi Tadris Biologi yang telah mengambil matakuliah Strategi Pembelajaran Biologi dan Perencanaan Pembelajaran Biologi.

### **C. Prosedur Penelitian**

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* dalam pengembangan buku panduan ini mencakup lima langkah utama: (1) Analisis Awal-Akhir, (2) Analisis Peserta Didik, (3) Analisis Konsep, (4) Analisis Tugas, dan (5) Spesifikasi Tujuan. Analisis awal-akhir difokuskan pada identifikasi kesenjangan antara kondisi ideal pembelajaran yang menuntut penguasaan kompetensi berpikir kritis, kolaboratif, komunikatif, dan kreatif, dengan kondisi aktual di lapangan yang masih terbatas pada pemanfaatan bahan ajar teoretis. Selanjutnya dilakukan analisis peserta didik untuk memahami karakteristik, kebutuhan, dan

kesiapan mahasiswa calon guru biologi dalam mengaitkan konsep biologi dengan isu-isu sosio-ilmiah dan prinsip keberlanjutan.

Selanjutnya, dilakukan analisis peserta didik untuk memahami tingkat pengetahuan awal mahasiswa calon guru biologi mengenai literasi berkelanjutan, isu sosio-ilmiah, dan model pembelajaran yang relevan. Analisis ini juga mengevaluasi kemampuan mereka dalam merancang skenario pembelajaran, yang merupakan bagian dari kompetensi pedagogik. Hasil analisis ini akan digunakan sebagai dasar dalam menentukan isi buku panduan

Analisis konsep dilakukan untuk mengidentifikasi keterkaitan antara materi biologi dan konteks SDGs, serta menentukan konsep-konsep kunci yang relevan untuk dikembangkan dalam pembelajaran berbasis isu. Tahap berikutnya, analisis tugas, diarahkan untuk menelaah peran dan tanggung jawab calon guru biologi dalam merancang, melaksanakan, dan merefleksikan kegiatan pembelajaran yang berorientasi pada penguatan literasi sains dan nilai-nilai keberlanjutan.

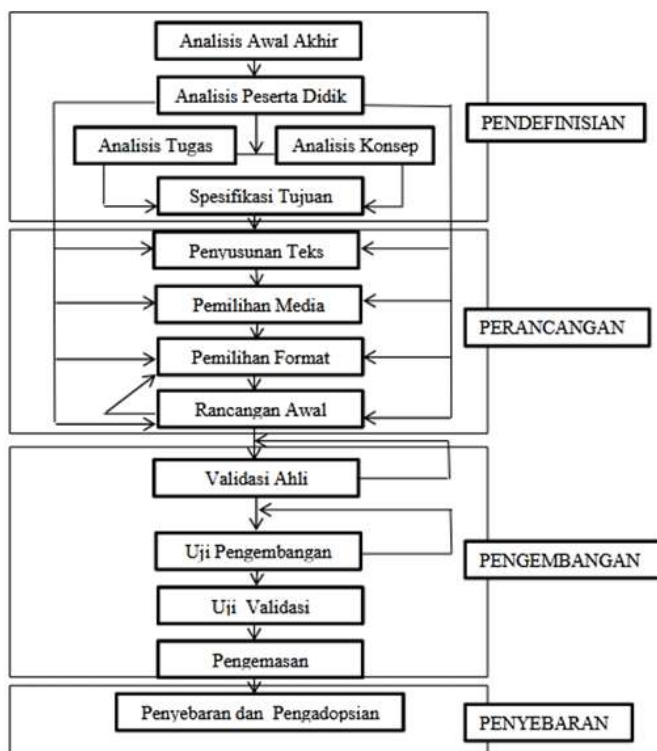
Langkah akhir pada tahap ini adalah merumuskan spesifikasi tujuan pengembangan buku. Tujuan yang dirumuskan harus mencerminkan kompetensi abad ke-21—seperti berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi—serta pemahaman yang kuat terhadap isu-isu global seperti perubahan iklim, teknologi, dan kesehatan. Spesifikasi ini juga merangkum hasil keseluruhan analisis sebelumnya dan merumuskan urgensi serta rasionalisasi dari pengembangan buku panduan berbasis SSI dan SDGs, yang diarahkan untuk mendukung kebutuhan pembelajaran calon guru biologi abad ke-21.

Pada tahap *Design*, rancangan awal buku panduan disusun berdasarkan tujuan pembelajaran yang telah ditentukan. Materi dipilih dan disusun dengan mengintegrasikan isu-isu sosio-ilmiah dan prinsip-prinsip SDGs, seperti keberlanjutan lingkungan, kesehatan global, dan perkembangan teknologi. Visual dan tata letak

buku dirancang menarik dan edukatif untuk meningkatkan pemahaman serta keterlibatan mahasiswa. Instrumen penilaian juga disiapkan guna mengevaluasi efektivitas buku dalam membentuk keterampilan dan wawasan peserta didik sesuai tuntutan abad ke-21.

Tahap *Develop* melibatkan pengembangan prototipe buku panduan yang mencakup penulisan konten, desain visual, dan tata letak yang menarik. Buku kemudian divalidasi oleh para ahli di bidang pembelajaran biologi, ahli SSI dan ahli SDGs. Setelah validasi, buku diuji coba dalam skala kecil bersama mahasiswa yang telah mengambil mata kuliah Strategi Pembelajaran Biologi. Uji kepraktisan dan keefektifan dilakukan untuk mengukur sejauh mana buku dapat meningkatkan kompetensi pedagogik mahasiswa, terutama dalam merancang skenario pembelajaran berbasis SSI dan SDGs. Hasil umpan balik dari proses ini digunakan untuk menyempurnakan isi dan struktur buku.

Tahap *Disseminate* merupakan tahap penyebarluasan buku panduan ke audiens yang lebih luas, khususnya institusi pendidikan tinggi yang memiliki program studi pendidikan biologi. Buku yang telah direvisi dan divalidasi disebarkan untuk digunakan dalam proses pembelajaran dan pengembangan profesional calon guru biologi. Upaya diseminasi dilakukan melalui berbagai saluran, termasuk media sosial, dosen tamu, dan publikasi ilmiah, guna meningkatkan aksesibilitas dan kebermanfaatan buku panduan ini di berbagai konteks pembelajaran biologi yang mendukung penguatan keterampilan abad ke-21 serta literasi terhadap isu sosio-ilmiah dan SDGs. Rangkaian tahapan pengembangan secara sistematis dapat dilihat pada Gambar 3.1.



**Gambar 3.1. Diagram Alur Pengembangan Model 4D menurut Thiagarajan (1974)**

#### **D. Subyek Uji Coba Lapangan**

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

#### **E. Uji Coba Produk**

Uji coba buku panduan yang dikembangkan dilaksanakan dalam tiga tahapan utama. Tahap pertama adalah validasi oleh para ahli, yang melibatkan dosen dengan keahlian di bidang pembelajaran biologi, SDGs dan isu sosio-ilmiah. Validasi ini bertujuan untuk mengevaluasi rancangan awal buku, memperoleh masukan

substansial, serta mendapatkan penilaian terhadap kualitas isi dan kesesuaian dengan kebutuhan pembelajaran abad ke-21.

Tahap kedua yaitu uji coba terbatas, yang dilakukan pada kelompok kecil mahasiswa Program Studi Tadris Biologi (TBIO), Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan (FITK), Universitas Islam Negeri Sumatera Utara. Mahasiswa yang menjadi responden pada tahap ini adalah mereka yang telah menempuh mata kuliah Strategi Pembelajaran Biologi.

Tahap ketiga adalah uji lapangan, yang dilakukan dalam skala lebih luas dengan melibatkan mahasiswa TBIO FITK UIN Sumatera Utara yang sedang mengikuti mata kuliah Perencanaan Pembelajaran Biologi. Uji lapangan bertujuan untuk melihat implementasi buku panduan secara lebih menyeluruh serta menilai keefektifan buku dalam mendukung pemahaman terhadap SSI serta SDGs dalam konteks pembelajaran biologi dan kemampuan pedagogik mahasiswa calon guru dalam merancang skenario pembelajaran berbasis SSI dan SDGs.

## **F. Teknik Pengumpulan dan Analisis Data**

### **1. Analisis Kebutuhan**

Pada tahap *Define*, analisis kebutuhan dilakukan dengan menggunakan beberapa instrumen, yaitu: (1) lembar kajian literatur untuk menelusuri referensi ilmiah terkini yang relevan dengan penerapan keterampilan abad ke-21, penguatan literasi saintifik, serta integrasi isu-isu global—seperti perubahan iklim, keberlanjutan, dan kesehatan publik—ke dalam pembelajaran biologi. Kajian ini juga menelaah apakah sudah terdapat buku panduan yang secara eksplisit mengarahkan integrasi isu sosio-ilmiah (SSI) dan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) dalam konteks pendidikan biologi, khususnya untuk calon guru.; (2) angket kebutuhan pembelajaran bagi mahasiswa dan dosen bertujuan menggali harapan

dan tantangan dalam pembelajaran biologi berbasis isu global seperti perubahan iklim, kesehatan, dan keberlanjutan; (3) angket pengukuran pengetahuan mengenai keterampilan abad ke-21 dan isu-isu sosio-ilmiah yang berfokus pada sejauh mana mahasiswa memahami keterkaitannya dengan tujuan-tujuan SDGs, seperti SDG 3 (Kesehatan yang Baik), SDG 4 (Pendidikan Berkualitas), dan SDG 13 (Penanganan Perubahan Iklim); serta (4) lembar telaah dokumen kurikulum termasuk RPS, silabus, dan CPL untuk menilai kesesuaian capaian pembelajaran dengan penguatan literasi terhadap isu-isu global dan pembangunan berkelanjutan di Program Studi Tadris Biologi FITK UIN Sumatera Utara.

## **2. Uji Kevalidan**

Uji kevalidan bertujuan untuk menjamin kualitas isi dan relevansi buku panduan terhadap kebutuhan pembelajaran biologi abad ke-21 serta keterkaitannya dengan SDGs. Validasi dilakukan oleh para ahli dalam tiga bidang utama: strategi pembelajaran biologi, keterampilan abad ke-21, dan isu sosio-ilmiah yang juga mencakup prinsip dan konteks SDGs.

Instrumen validasi berupa lembar penilaian menggunakan skala Likert serta menyediakan kolom komentar untuk memperoleh masukan kualitatif dari para ahli. Aspek yang divalidasi meliputi keakuratan konten, relevansi konteks isu global (seperti keberlanjutan lingkungan, ketahanan pangan, dan kesehatan masyarakat), serta kesesuaian dengan tujuan pembelajaran biologi yang mendukung literasi saintifik dan wawasan global calon guru.

Kriteria penilaian dan metode analisis data hasil validasi ditampilkan secara rinci dalam Gambar 3.2 dan Gambar 3.3. Validasi ini diharapkan memastikan bahwa buku panduan yang dikembangkan tidak hanya layak digunakan, tetapi juga selaras dengan nilai-nilai dan sasaran SDGs dalam pendidikan.

**Tabel 3.2. 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 3.3. 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 bertujuan untuk menilai sejauh mana buku panduan yang dikembangkan dapat digunakan secara efektif dan memberikan manfaat nyata bagi pengguna, baik dosen maupun mahasiswa. Evaluasi dilakukan melalui penyebaran angket kepada mahasiswa Program Studi Tadris Biologi FITK UIN Sumatera Utara yang telah menempuh mata kuliah Strategi Pembelajaran Biologi, serta dosen pengampu mata kuliah tersebut.

Instrumen yang digunakan berupa angket skala Likert yang dilengkapi dengan kolom terbuka untuk masukan dan saran dari pengguna. Pedoman penskoran dan teknik analisis data untuk menilai tingkat kepraktisan buku panduan ditampilkan pada Gambar 3.4 dan Gambar 3.5.

**Tabel 3.4. 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 3.5. 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**

Penilaian dilakukan terhadap hasil rancangan skenario pembelajaran yang disusun oleh mahasiswa, dengan mengacu pada model-model pembelajaran yang mengintegrasikan isu sosio-ilmiah serta nilai-nilai dan tujuan yang terkandung dalam *Sustainable Development Goals* (SDGs), seperti keberlanjutan lingkungan, kesehatan, dan kesejahteraan masyarakat. Hasil ini memberikan gambaran mengenai keefektifan buku dalam mendorong peningkatan keterampilan mahasiswa dalam merancang pembelajaran biologi yang kontekstual dan relevan dengan tantangan serta kebutuhan pembangunan berkelanjutan.

Perhitungan keefektifan buku panduan ditentukan dari nilai N-Gain dengan rumus:



$$N - \text{Gain} = \frac{(Post - test\ score) - (Pre - test\ score)}{(Maximum\ score) - (Pre - test\ score)} \times 100\%$$

Analisis kriteria keefektifan buku panduan didasarkan dari kriteria N-Gain seperti yang tersaji pada Tabel 3.6.

**Tabel 3.6. Kriteria Keefektifan berdasarkan Nilai N-Gain**

No.	N-Gain	Tingkat Keefektifan
1	$g > 0,7$	Tinggi
2	$0,3 < g < 0,7$	Medium
3	$g < 0,3$	Rendah

## **BAB IV**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil dari penelitian dan pengembangan buku panduan integrasi SSI dan SDGs adalah sebagai berikut. Penjelasan hasil akan disesuaikan dengan tahapan model pengembangan 4D.

#### **A. Pendefinisian (*Define*)**

Tahap *Define* pada model pengembangan 4D merupakan langkah awal yang memiliki peran krusial dalam keseluruhan proses pengembangan. Tujuan utama tahap ini adalah untuk mengidentifikasi, merumuskan, dan mendefinisikan secara jelas permasalahan serta kebutuhan yang akan dijawab melalui produk atau program yang dikembangkan. Pada tahap ini dilakukan analisis kebutuhan secara komprehensif, meliputi identifikasi karakteristik peserta didik, analisis konsep, analisis tugas, serta analisis tujuan pembelajaran. Proses pada tahap *Define* ini terdiri atas beberapa langkah yang menghasilkan temuan awal sebagai berikut:

##### **1. Analisis Awal Akhir (*Front-End Analysis*)**

Tahap analisis awal merupakan langkah pertama dalam model pengembangan 4D yang bertujuan untuk mengidentifikasi kebutuhan, permasalahan, serta kondisi awal pengguna terhadap produk yang akan dikembangkan. Tahap ini dilakukan dengan memberikan angket analisis kebutuhan kepada 51 responden terdiri atas 6 dosen dan 45 mahasiswa yang telah mengambil matakuliah Strategi Pembelajaran Biologi. Pada penelitian ini, tahap analisis awal difokuskan untuk mengetahui sejauh mana pemahaman mahasiswa calon guru biologi terhadap konsep SSI dan SDGs, serta kebutuhan mereka terhadap pengembangan buku panduan yang terintegrasi dengan kedua aspek tersebut dalam pembelajaran biologi.

##### **a. Analisis Kebutuhan dan Pemahaman Awal Mahasiswa**

Berdasarkan hasil analisis angket kebutuhan, mayoritas responden menunjukkan tingkat pemahaman yang tinggi terhadap konsep SSI sebesar 86,3% dan SDGs sebesar 96,1%. Temuan ini menggambarkan bahwa mahasiswa telah mengenal dan memahami kedua konsep tersebut secara konseptual. Sebagian besar responden, yakni 98%, juga menyadari adanya keterkaitan yang erat antara isu sosio-ilmiah dan tujuan pembangunan berkelanjutan dengan berbagai topik dalam pembelajaran biologi. Kesadaran tersebut menunjukkan bahwa mahasiswa dan dosen memahami pentingnya integrasi SSI dan SDGs sebagai bagian dari pendekatan pembelajaran modern.

Meskipun demikian, pemahaman mahasiswa terhadap SSI dan SDGs masih dominan pada tataran konseptual dan belum sepenuhnya diterapkan secara praktis dalam kegiatan pembelajaran. Sebagian kecil mahasiswa masih menunjukkan keterbatasan dalam memahami kedua konsep tersebut beserta keterkaitannya dengan pembelajaran biologi. Secara umum, mahasiswa mengetahui definisi dan tujuan SSI serta SDGs, namun belum mampu mengintegrasikannya ke dalam rancangan pembelajaran biologi secara sistematis dan aplikatif. Kondisi ini menandakan adanya kesenjangan antara pemahaman teoritis dengan kemampuan pedagogis dalam merancang pembelajaran berbasis isu sosio-ilmiah dan keberlanjutan. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan bahan ajar yang bersifat kontekstual dan aplikatif untuk membantu mahasiswa menjembatani kesenjangan tersebut.

#### **b. Analisis Pengalaman dan Implementasi Awal**

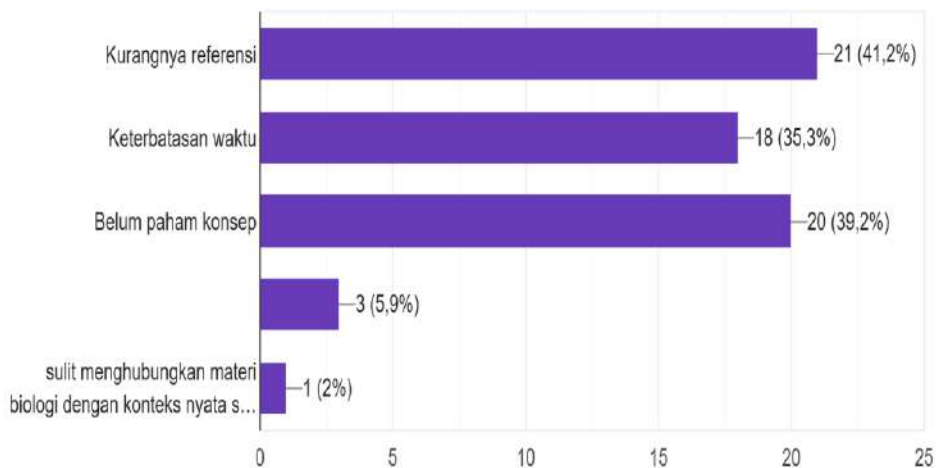
Hasil survei menunjukkan bahwa sebagian besar responden, yaitu 78,4%, pernah mengaitkan topik biologi dengan isu-isu sosial, dan 72,5% di antaranya dengan isu yang berkaitan dengan SDGs. Topik yang paling sering dikaitkan meliputi materi ekosistem, bioteknologi, dan genetika yang memiliki relevansi kuat terhadap permasalahan sosial dan lingkungan. Sementara itu, 21,6% responden

belum pernah mengintegrasikan topik biologi dengan SSI, dan 27,5% belum pernah mengaitkannya dengan SDGs dalam kegiatan belajar. Pengalaman mahasiswa dalam menghubungkan isu-isu tersebut umumnya masih terbatas pada pembahasan konseptual tanpa adanya penerapan dalam konteks pedagogis. Dengan demikian, kemampuan mahasiswa dalam menerapkan pendekatan berbasis SSI dan SDGs dalam pembelajaran biologi masih perlu ditingkatkan secara signifikan.

Kondisi ini menunjukkan bahwa mahasiswa belum memiliki pengalaman konkret dalam menyusun skenario pembelajaran yang mengintegrasikan isu sosio-ilmiah dan nilai keberlanjutan secara terstruktur. Mereka memerlukan bimbingan dan contoh praktis dalam mengembangkan rancangan pembelajaran yang sesuai dengan karakteristik SSI dan SDGs. Oleh karena itu, dibutuhkan sumber belajar yang dapat membantu mahasiswa memahami tidak hanya konsep, tetapi juga strategi implementasi dalam kegiatan belajar mengajar. Pengembangan buku panduan yang dirancang secara sistematis menjadi solusi untuk mengatasi keterbatasan tersebut. Buku ini diharapkan mampu menjadi referensi komprehensif yang mengarahkan calon guru biologi dalam menerapkan pembelajaran yang kontekstual, reflektif, dan relevan dengan tantangan abad ke-21.

### **c. Analisis Kendala dan Tantangan Pembelajaran**

Beberapa kendala utama yang diidentifikasi dari hasil analisis kebutuhan tersaji pada Gambar 4.1.



**Gambar 4.1. Diagram Hasil Analisis Kendala Mengintegrasikan SSI/SDGs dalam Pembelajaran Biologi**

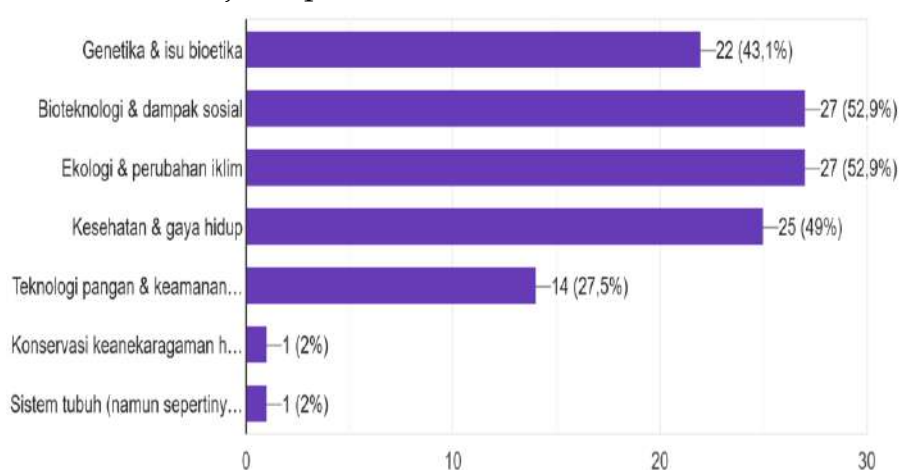
Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, ditemukan beberapa kendala utama yang menghambat integrasi SSI dan SDGs dalam pembelajaran biologi. Pertama, masih terdapat keterbatasan referensi dan bahan ajar yang secara rinci membahas penerapan kedua konsep tersebut dalam konteks pembelajaran biologi. Kedua, sebagian mahasiswa belum memahami secara mendalam langkah-langkah atau sintaks pembelajaran berbasis isu sosio-ilmiah, sehingga sulit menerapkannya dalam praktik. Ketiga, keterbatasan waktu dan kesempatan dalam perkuliahan membuat mahasiswa kurang terekspos pada isu-isu aktual yang relevan dengan tujuan pembangunan berkelanjutan. Faktor-faktor tersebut menunjukkan bahwa dukungan sumber belajar yang tepat sangat dibutuhkan untuk memperkuat pemahaman dan keterampilan mahasiswa calon guru biologi.

Kondisi tersebut menegaskan urgensi pengembangan sumber belajar yang komprehensif dan aplikatif untuk menjawab tuntutan pembelajaran abad ke-21. Buku panduan yang dikembangkan

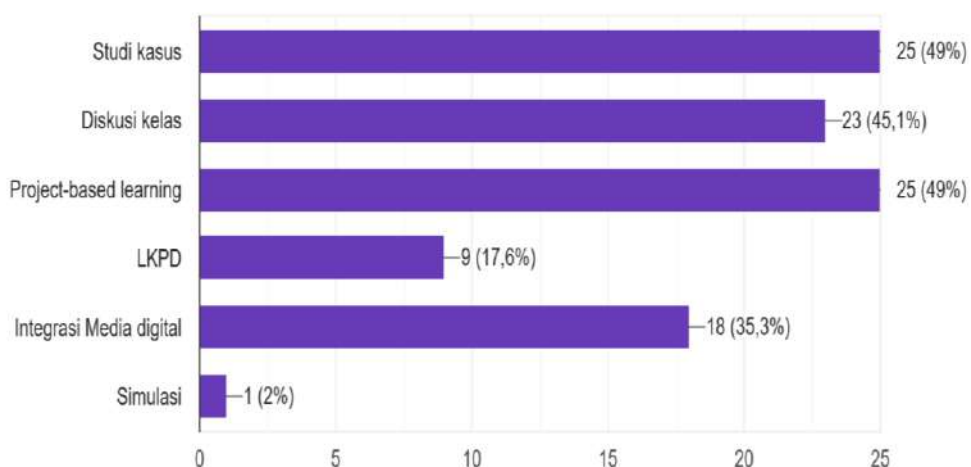
diharapkan berperan sebagai media penghubung antara landasan teoretis dan implementasi praktis dalam proses integrasi isu sosio-ilmiah (SSI) dan tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) ke dalam pembelajaran biologi. Selain memberikan pemahaman konseptual yang mendalam, buku ini perlu dilengkapi dengan panduan operasional yang sistematis, jelas, dan mudah diimplementasikan oleh pengguna. Keberadaan sumber belajar yang dirancang secara terstruktur dan berbasis kebutuhan empiris akan mendukung dosen serta mahasiswa dalam melaksanakan pembelajaran yang kontekstual, reflektif, dan adaptif terhadap dinamika isu global. Dengan demikian, pengembangan buku panduan ini dapat dipandang sebagai langkah strategis untuk meningkatkan mutu, relevansi, dan keberlanjutan pendidikan biologi di perguruan tinggi.

#### d. Analisis Kebutuhan Materi dan Topik Prioritas

Hasil survei menunjukkan variasi kebutuhan mahasiswa terkait materi prioritas dan bentuk contoh pembelajaran yang diharapkan dalam buku panduan. Data ini memberikan gambaran mengenai topik-topik biologi yang dianggap paling relevan untuk diintegrasikan dengan isu sosio-ilmiah dan SDGs. Secara lebih rinci, hasil tersebut disajikan pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3 berikut.



**Gambar 4.2. Topik yang perlu dimasukkan dalam buku panduan**



**Gambar 4.3. Bentuk contoh pembelajaran yang diharapkan dalam buku panduan**

Berdasarkan hasil survei yang ditampilkan pada Gambar 4.2, topik yang paling banyak dipilih untuk dimasukkan ke dalam buku panduan adalah bioteknologi dan dampak sosial serta ekologi dan perubahan iklim, masing-masing sebesar 52,9%. Topik kesehatan dan gaya hidup juga mendapat perhatian cukup besar dengan persentase 49%, diikuti oleh genetika dan isu bioetika sebesar 43,1%. Sementara itu, teknologi pangan dan keamanan hayati memperoleh 27,5%, sedangkan topik konservasi keanekaragaman hayati dan sistem tubuh hanya dipilih oleh sebagian kecil responden. Hasil ini menunjukkan bahwa mahasiswa lebih tertarik pada isu-isu biologi yang memiliki keterkaitan langsung dengan aspek sosial, etika, dan lingkungan global. Dengan demikian, integrasi topik-topik tersebut dalam buku panduan dianggap penting untuk menumbuhkan kesadaran ilmiah sekaligus kepedulian terhadap keberlanjutan.

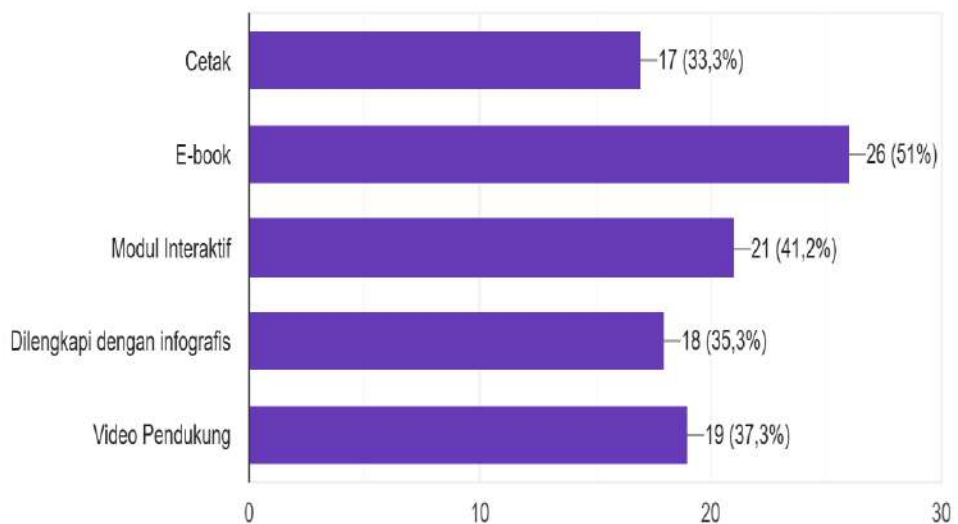
Selanjutnya, pada Gambar 4.3, terlihat bahwa bentuk contoh pembelajaran yang paling diharapkan mahasiswa meliputi studi kasus dan *project-based learning* masing-masing sebesar 49%, serta

diskusi kelas sebesar 45,1%. Ketiga bentuk pembelajaran tersebut mencerminkan preferensi mahasiswa terhadap strategi yang aktif, kolaboratif, dan berbasis pemecahan masalah nyata. Selain itu, 35,3% responden juga menginginkan adanya integrasi media digital untuk mendukung proses belajar yang lebih interaktif. Sementara bentuk LKPD hanya dipilih oleh 17,6% responden, dan simulasi oleh 2%, menunjukkan bahwa mahasiswa lebih tertarik pada pembelajaran kontekstual dibandingkan aktivitas prosedural. Berdasarkan hasil ini, dapat disimpulkan bahwa buku panduan perlu memuat berbagai model pembelajaran inovatif yang menggabungkan aspek konseptual, praktis, dan teknologi digital untuk mendukung penguasaan keterampilan abad ke-21.

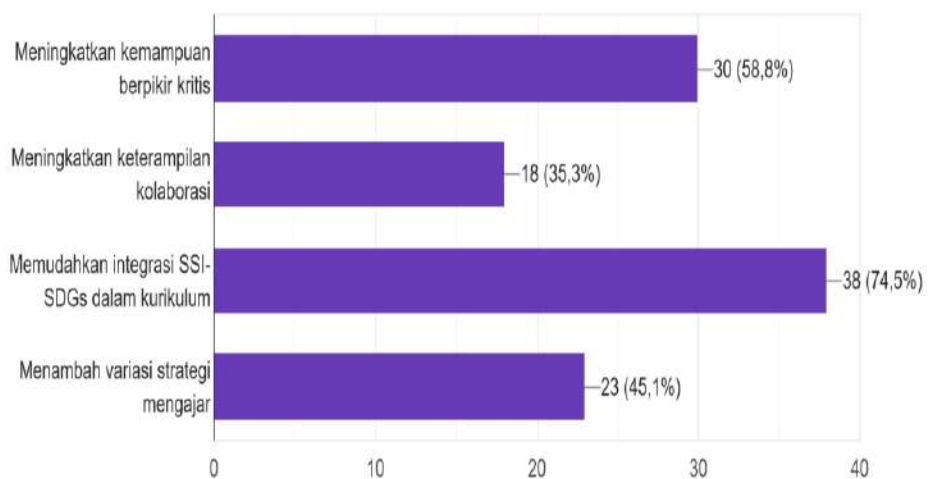
#### **e. Analisis Format dan Harapan terhadap Produk**

Analisis ini bertujuan untuk memahami preferensi mahasiswa dan dosen mengenai bentuk, struktur, serta fitur pendukung yang dianggap ideal dalam menunjang pembelajaran berbasis isu sosio-ilmiah (SSI) dan SDGs. Melalui pemetaan kebutuhan tersebut, diharapkan rancangan produk dapat disusun secara lebih tepat sasaran dan relevan dengan konteks perkuliahan biologi di perguruan tinggi. Selain itu, analisis ini juga menjadi dasar dalam menentukan karakteristik buku panduan yang bersifat komprehensif, aplikatif, dan mudah digunakan. Dengan demikian, hasil analisis ini berperan penting dalam memastikan bahwa produk akhir mampu memenuhi ekspektasi pengguna sekaligus meningkatkan efektivitas pembelajaran biologi berbasis isu global. Secara lebih rinci, hasil tersebut disajikan pada Gambar 4.4 dan Gambar 4.5 berikut.





**Gambar 4.4 Format buku yang diharapkan**



**Gambar 4.5. Harapan/Saran terhadap pengembangan buku panduan**

Berdasarkan hasil survei yang ditampilkan pada Gambar 4.4, mayoritas responden (51%) mengharapkan buku panduan dikembangkan dalam bentuk e-book, yang dinilai lebih fleksibel dan mudah diakses kapan saja. Selain itu, modul interaktif (41,2%) dan video pendukung (37,3%) juga menjadi pilihan yang diminati karena dapat memperkaya pengalaman belajar melalui tampilan visual dan aktivitas digital yang menarik. Sebagian responden juga menyarankan agar buku panduan dilengkapi dengan infografis (35,3%) guna mempermudah pemahaman terhadap konsep-konsep kompleks dalam SSI dan SDGs. Adapun format cetak masih tetap diharapkan oleh 33,3% responden, terutama untuk kebutuhan pembelajaran di kelas secara konvensional. Hasil ini menunjukkan bahwa format buku panduan ideal adalah yang bersifat multimodal, memadukan teks, visual, dan media interaktif.

Selanjutnya, hasil pada Gambar 4.5 memperlihatkan bahwa 74,5% responden berharap buku panduan yang dikembangkan dapat mempermudah integrasi SSI-SDGs dalam kurikulum pembelajaran biologi. Sebanyak 58,8% responden juga menilai pentingnya peran buku ini dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa melalui analisis isu-isu sosio-ilmiah yang kontekstual. Di samping itu, 45,1% responden menginginkan buku ini dapat menambah variasi strategi mengajar agar pembelajaran menjadi lebih inovatif dan relevan dengan tantangan abad ke-21. Meskipun demikian, peningkatan keterampilan kolaborasi (35,3%) juga dipandang penting untuk mendukung proses pembelajaran berbasis proyek dan diskusi. Secara keseluruhan, hasil ini menegaskan bahwa pengembangan buku panduan perlu berfokus pada fleksibilitas format dan kebermaknaan pedagogis, sehingga dapat mendukung baik kompetensi kognitif maupun keterampilan abad ke-21 mahasiswa.

Dengan demikian, hasil analisis awal ini memberikan dasar yang kuat untuk melanjutkan ke tahap analisis peserta didik, yang berfokus pada karakteristik, kebutuhan belajar, serta kesiapan

mahasiswa dalam menggunakan buku panduan yang akan dikembangkan. Analisis lanjutan ini menjadi langkah penting untuk memastikan bahwa produk yang dihasilkan benar-benar sesuai dengan profil pengguna utama, yakni calon guru biologi abad ke-21 yang diharapkan memiliki kemampuan berpikir kritis, literasi sains, serta kepekaan terhadap nilai keberlanjutan dalam pembelajaran.

Selanjutnya, temuan dari tahap analisis awal juga menjadi landasan konseptual bagi proses pengembangan pada tahap *Design*, di mana rancangan buku panduan akan diarahkan untuk:

- 1) menyediakan penjelasan teoretis yang komprehensif mengenai konsep SSI dan SDGs yang dikaitkan dengan topik-topik biologi;
- 2) menawarkan model sintaks pembelajaran berbasis SSI-SDGs yang sistematis, kontekstual, dan mudah diterapkan;
- 3) memberikan contoh kasus nyata disertai panduan refleksi serta aktivitas diskusi kelas; dan
- 4) menguatkan literasi ilmiah, sosial, serta etika calon guru biologi dalam menghadapi tantangan pendidikan abad ke-21.

## **2. Analisis Peserta Didik/Siswa/Mahasiswa**

Tahap analisis peserta didik dilakukan untuk memperoleh gambaran yang komprehensif mengenai karakteristik, kebutuhan, dan tingkat literasi berkelanjutan mahasiswa calon guru biologi sebagai dasar pengembangan buku panduan integrasi SSI dan SDGs. Pada tahap ini, dilakukan penyebaran angket literasi berkelanjutan kepada 220 mahasiswa calon guru biologi guna mengidentifikasi sejauh mana pengetahuan, pemahaman, dan kesadaran mereka terhadap konsep SDGs serta relevansinya dengan pembelajaran biologi. Pengukuran ini menjadi penting untuk memastikan bahwa buku panduan yang dikembangkan selaras dengan tingkat kesiapan dan kebutuhan aktual mahasiswa. Melalui analisis ini, diharapkan dapat diketahui aspek-aspek literasi berkelanjutan yang sudah kuat maupun yang masih perlu diperkuat dalam konteks pendidikan

biologi. Dengan demikian, hasilnya akan menjadi dasar ilmiah dalam merancang buku panduan yang relevan, aplikatif, dan mampu mendukung pengintegrasian nilai-nilai keberlanjutan dalam pembelajaran abad ke-21. Hasil analisis dijabarkan sebagai berikut.

**a. Analisis Pengetahuan Dasar SDGs**

Rata-rata skor literasi SDGs sebesar 35,7 dari 40 menunjukkan bahwa calon guru biologi telah memiliki pemahaman konseptual yang kuat mengenai tujuan-tujuan pembangunan berkelanjutan, termasuk sejarah, inisiator, dan targetnya. Tingginya nilai ini menandakan keberhasilan pendidikan tinggi dalam mengenalkan konsep global seperti SDGs sebagai bagian dari literasi sains modern. Namun, capaian ini belum menjamin pemahaman aplikatif, karena sebagian besar pengetahuan responden masih bersifat faktual dan belum terhubung dengan konteks pembelajaran biologi di kelas. Oleh sebab itu, aspek kognitif perlu diperluas ke arah pemahaman konseptual yang bermakna dan aplikatif agar calon guru tidak berhenti pada tahap mengenal istilah, tetapi mampu menafsirkan keterkaitannya dengan materi sains. Implikasinya, buku panduan yang akan dikembangkan harus mampu mengubah pengetahuan faktual menjadi pemahaman kontekstual melalui integrasi antara SDGs dan isu sosio-ilmiah (SSI) dalam kegiatan pembelajaran biologi.

**b. Analisis Sikap terhadap Isu SSI dan SDGs**

Hasil survei menunjukkan sikap positif yang sangat kuat terhadap pelestarian lingkungan dan nilai-nilai keberlanjutan, dengan 98% responden menyatakan setuju bahwa menjaga sumber daya alam penting bagi generasi mendatang. Temuan ini menggambarkan adanya kesadaran moral dan tanggung jawab ekologis yang tinggi di kalangan calon guru biologi. Meskipun demikian, sekitar 24% responden masih menunjukkan keraguan terhadap efektivitas tindakan kecil dalam perubahan lingkungan. Hal ini menandakan

adanya kesenjangan antara sikap deklaratif dan kesadaran reflektif mengenai *collective impact*. Oleh karena itu, buku panduan yang dikembangkan perlu menonjolkan studi kasus dan pembelajaran berbasis bukti (*evidence-based*) untuk menumbuhkan keyakinan bahwa perubahan besar berawal dari tindakan kecil yang dilakukan secara kolaboratif dan berkelanjutan.

**c. Analisis Keterampilan dan Niat Bertindak**

Data menunjukkan bahwa calon guru biologi memiliki niat bertindak yang baik, seperti melakukan pengelolaan sampah, pembuatan kompos, dan penerapan pengetahuan sains dalam kehidupan sehari-hari. Namun, masih terdapat ambiguitas dalam memahami peran individu dibandingkan peran institusi, terutama dalam tanggung jawab menjaga kebersihan dan keberlanjutan lingkungan. Kondisi ini menunjukkan perlunya pembelajaran yang tidak hanya menekankan kesadaran, tetapi juga memberikan pengalaman langsung melalui proyek aksi nyata. Dengan demikian, buku panduan perlu menyediakan model pedagogis berbasis SSI yang menuntun calon guru mengembangkan keterampilan abad ke-21, termasuk kemampuan pengambilan keputusan, argumentasi ilmiah, kolaborasi, dan refleksi kritis. Pendekatan ini memungkinkan calon guru menjadi fasilitator pembelajaran yang memberdayakan siswa untuk bertindak nyata terhadap isu SDGs.

**d. Analisis Relevansi dengan Kompetensi Calon Guru Abad ke-21**

Meskipun calon guru telah memiliki fondasi pengetahuan yang memadai tentang SDGs, mereka masih membutuhkan pemahaman integratif tentang hubungan antar-tujuan SDGs dan keterkaitannya dengan topik biologi. Kurangnya peta konseptual semacam ini menyebabkan pembelajaran biologi cenderung terfragmentasi dan tidak menumbuhkan kesadaran global. Buku panduan yang akan dikembangkan harus menjembatani kesenjangan ini dengan menyediakan alat bantu visual seperti peta integrasi materi

biologi-SDGs-SSI, sehingga calon guru dapat memahami hubungan lintas konsep dan lintas disiplin. Pendekatan ini juga berfungsi untuk menumbuhkan kompetensi berpikir sistemik yang menjadi ciri khas pendidik abad ke-21.

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa calon guru biologi telah memiliki kesiapan kognitif dan afektif yang baik, namun masih membutuhkan dukungan pedagogis yang konkret dan aplikatif. Calon guru biologi yang menjadi responden penelitian ini sebagian besar berada pada rentang usia 18–21 tahun, yang menunjukkan bahwa mereka berada pada fase awal pembentukan identitas profesional sebagai pendidik. Pada tahap ini, pemahaman konseptual tentang isu global seperti SDGs sudah mulai terbentuk, namun belum sepenuhnya matang dalam aspek reflektif dan pedagogis. Mereka menunjukkan antusiasme tinggi terhadap isu lingkungan dan sosial, tetapi masih membutuhkan panduan konkret untuk menerjemahkan nilai-nilai keberlanjutan ke dalam kegiatan belajar mengajar yang relevan. Hal ini menunjukkan bahwa mereka memiliki *readiness to learn* yang baik, tetapi belum mencapai *readiness to apply* dalam konteks pembelajaran abad ke-21. Dengan demikian, karakteristik peserta didik ini menuntut adanya bahan ajar yang tidak hanya informatif, tetapi juga transformatif yakni mampu mengubah pengetahuan menjadi praktik profesional yang bermakna.

Selain itu, hasil survei memperlihatkan bahwa sebagian besar calon guru telah memahami pentingnya pembelajaran kontekstual, tetapi masih kesulitan ketika dihadapkan pada tugas merancang RPP berbasis SSI dan SDGs. Hambatan utama bukan terletak pada kurangnya pengetahuan, melainkan pada keterbatasan pengalaman dalam mengelola dilema sosio-ilmiah dan mengaitkannya dengan materi biologi. Mereka cenderung memerlukan contoh konkret, panduan langkah-langkah argumentasi ilmiah, serta strategi fasilitasi diskusi kelas yang menumbuhkan berpikir kritis dan empati sosial.

Kondisi ini mengindikasikan pentingnya model belajar berbasis contoh (*exemplar-based learning*) dalam buku panduan, di mana setiap bab tidak hanya berisi teori, tetapi juga skenario pembelajaran, contoh kasus, dan refleksi. Dengan cara ini, buku panduan akan berfungsi sebagai scaffolding tool yang membantu calon guru membangun kepercayaan diri dalam menerapkan pendekatan SSI-SDGs secara nyata di kelas.

Selain itu, mengingat calon guru biologi cenderung belajar efektif melalui contoh konkret, maka buku panduan juga harus menyertakan skenario RPP, rubrik penilaian, dan refleksi best practice dari guru atau mahasiswa lain. Kehadiran contoh nyata akan mengurangi kesenjangan antara teori dan praktik yang selama ini menjadi kendala utama dalam pendidikan calon guru. Setiap contoh sebaiknya disertai penjelasan rasional ilmiah dan nilai-nilai SDGs yang diintegrasikan, agar pengguna buku dapat memahami bukan hanya apa yang dilakukan, tetapi mengapa hal itu penting. Dengan struktur demikian, buku panduan akan menjadi sumber belajar komprehensif yang melatih calon guru dalam berpikir sistemik, bertindak reflektif, dan mengajar secara kontekstual.

### **3. Analisis Konsep**

Analisis konsep dilakukan untuk menelaah keterkaitan antara konsep SSI dan aspek SDGs dalam konteks pembelajaran biologi. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan dan literatur (Fonseca dkk., 2020), pembelajaran sains yang berorientasi SDGs menuntut keseimbangan antara tiga dimensi pembangunan berkelanjutan – ekonomi, sosial, dan lingkungan. Integrasi ini menjadikan pembelajaran biologi tidak hanya berfokus pada aspek pengetahuan ilmiah, tetapi juga mengembangkan kesadaran sosial, tanggung jawab ekologis, dan pengambilan keputusan etis. Dengan demikian, konsep SSI-SDGs menempatkan pendidikan biologi sebagai sarana pembentukan *scientific citizenship*, yaitu peserta didik yang mampu berpikir kritis, menganalisis dampak sosial dari sains, serta

berpartisipasi aktif dalam solusi terhadap isu global seperti perubahan iklim, kesehatan, dan keanekaragaman hayati.

Selaras dengan Viehmann dkk. (2024), SSI berfungsi sebagai jembatan antara pembelajaran ilmiah dan pendidikan kewarganegaraan (*citizenship education*). Melalui pendekatan ini, sains tidak hanya dipahami sebagai pengetahuan teoretis, tetapi juga sebagai dasar untuk menilai dan mengambil keputusan dalam konteks sosial dan moral. SSI memperkuat *Vision III Scientific Literacy*, yaitu kemampuan menggunakan sains untuk tindakan sosial yang bertanggung jawab. Dalam konteks pendidikan calon guru biologi, konsep ini penting agar mereka tidak hanya memahami SDGs secara konseptual, tetapi mampu mengintegrasikannya ke dalam pembelajaran yang kontekstual dan berorientasi aksi.

Lebih lanjut, hasil kajian Viehmann dkk. (2024) mengidentifikasi tema-tema SSI yang paling dominan digunakan dalam pembelajaran sains, terutama biologi, yaitu:

- 1) Isu lingkungan (*Environmental Issues*), meliputi perubahan iklim, pelestarian ekosistem, sumber energi, pengelolaan limbah, dan pembangunan berkelanjutan. Isu-isu ini erat kaitannya dengan SDG 7 (*Affordable and Clean Energy*), SDG 12 (*Responsible Consumption and Production*), SDG 13 (*Climate Action*), dan SDG 15 (*Life on Land*).
- 2) Isu genetika (*Genetics Issues*), mencakup literasi genetika, modifikasi genetik, serta etika penggunaan bioteknologi. Tema ini relevan dengan SDG 3 (*Good Health and Well-Being*) dan SDG 9 (*Industry, Innovation, and Infrastructure*).
- 3) Isu kesehatan (*Health Issues*) – seperti penyakit menular, bioteknologi medis, efek zat kimia, dan kesehatan masyarakat yang selaras dengan SDG 3 dan SDG 6 (*Clean Water and Sanitation*).
- 4) Isu lokal dan budaya (*Local/Cultural SSI*) – meliputi persoalan sosial dan budaya di masyarakat, pengelolaan sumber daya



lokal, dan kesetaraan sosial, yang mengaitkan SDG 4 (*Quality Education*), SDG 5 (*Gender Equality*), dan SDG 10 (*Reduced Inequalities*).

Dengan memperhatikan keempat kelompok topik tersebut, integrasi SSI-SDGs dalam biologi dapat memperluas wawasan calon guru untuk menghubungkan materi biologi (seperti ekosistem, genetika, anatomi tubuh manusia, atau bioteknologi) dengan isu global dan lokal yang relevan dengan kehidupan nyata. Melalui cara ini, pembelajaran biologi tidak hanya membangun *scientific knowledge*, tetapi juga menumbuhkan kesadaran sosial dan nilai keberlanjutan.

Sebagai tindak lanjut praktis dari analisis konsep, desain buku panduan perlu menampilkan peta integrasi SSI-SDGs-materi biologi untuk memperjelas hubungan antar domain tersebut. Setiap bab sebaiknya diawali dengan konsep biologi yang dikaitkan dengan isu global, misalnya hubungan konsep ekosistem dan perubahan lingkungan dengan SDG 13 (*Climate Action*) atau konsep genetika dengan SDG 3 (*Good Health and Well-Being*). Selain itu, buku panduan sebaiknya dilengkapi dengan studi kasus sebagai penguat keterkaitan antar domain sains, sosial, dan nilai. Pendekatan ini tidak hanya memperjelas makna pembelajaran, tetapi juga menumbuhkan kesadaran kritis dan empati ilmiah pada calon guru biologi, sehingga mereka dapat berperan sebagai pendidik yang reflektif, kontekstual, dan berwawasan global.

#### **4. Analisis Tugas**

Analisis tugas difokuskan pada identifikasi kemampuan dan tanggung jawab calon guru biologi dalam mengimplementasikan pembelajaran berbasis SSI-SDGs. Berdasarkan hasil survei awal, calon guru sudah memiliki pemahaman konseptual yang baik tentang SDGs, namun masih menghadapi kesulitan dalam menghubungkan isu global dengan kegiatan pembelajaran konkret seperti penyusunan RPP, pengelolaan diskusi berbasis dilema ilmiah, dan penilaian argumentasi siswa. Kondisi ini menandakan adanya kesenjangan

antara *readiness to learn* dan *readiness to apply*. Oleh karena itu, buku panduan perlu menyediakan panduan eksplisit yang sistematis untuk membantu calon guru memahami tahapan pembelajaran berbasis SSI, mulai dari identifikasi isu, eksplorasi konsep biologi yang relevan, analisis nilai dan dampak sosial, hingga perumusan solusi dan refleksi.

Berdasarkan Viehmann dkk. (2024), tugas guru dalam konteks SSI bukan hanya menyampaikan materi ilmiah, tetapi juga berperan sebagai fasilitator dialog ilmiah, sosial, dan moral di kelas. Guru diharapkan mampu memandu siswa untuk menimbang bukti, berargumentasi secara ilmiah, dan mengambil keputusan etis terhadap isu sains kontemporer. Tugas ini menuntut penguasaan *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) berbasis SSI serta kemampuan mengelola pembelajaran kolaboratif dan reflektif. Selain itu, guru perlu menanamkan kesadaran bahwa perubahan menuju keberlanjutan dimulai dari tindakan kecil dalam konteks lokal yang berkontribusi pada tujuan global SDGs. Oleh sebab itu, buku panduan harus berfungsi sebagai *scaffolding tool* yang membantu guru bergerak dari pemahaman konseptual menuju praktik pedagogis yang kritis, kreatif, dan berorientasi aksi nyata.

## **5. Spesifikasi Tujuan**

Tahap ini dilakukan untuk merumuskan arah dan sasaran yang jelas agar proses pengembangan buku panduan pembelajaran SSI-SDGs bagi calon guru biologi berjalan terarah, terukur, dan berorientasi pada penguatan kompetensi abad ke-21. Berdasarkan hasil analisis sebelumnya—meliputi analisis awal akhir, analisis peserta didik, analisis konsep, dan analisis tugas—diperlukan pengembangan buku panduan yang mampu mengintegrasikan SSI dan SDGs dalam pembelajaran biologi secara kontekstual dan aplikatif. Buku ini tidak hanya berfungsi sebagai sumber teori, tetapi juga sebagai panduan pedagogis untuk menumbuhkan kemampuan

berpikir kritis, kolaboratif, dan reflektif calon guru dalam menghadapi isu global dan lokal yang relevan dengan kehidupan nyata.

Penyusunan buku panduan ini diarahkan untuk memperkuat kemampuan calon guru dalam merancang dan melaksanakan pembelajaran berbasis isu-isu sosio-ilmiah dan keberlanjutan. Setiap materi diharapkan memuat keterkaitan antara konsep biologi dan isu global, seperti perubahan iklim, kesehatan masyarakat, pelestarian ekosistem, dan bioteknologi, yang diselaraskan dengan tujuan SDGs. Selain itu, pembahasan perlu disertai dengan contoh konkret, studi kasus, serta peta integrasi SSI-SDGs-materi biologi untuk memudahkan pemahaman konseptual dan aplikatif. Buku ini diharapkan dapat menjadi media transformatif yang membekali calon guru biologi agar mampu menerapkan pembelajaran yang berorientasi pada literasi sains, keberlanjutan, dan tanggung jawab sosial sebagai karakter pendidik abad ke-21.

Berdasarkan seluruh hasil analisis tersebut, maka spesifikasi tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan buku panduan pembelajaran berbasis SSI dan SDGs dengan inovasi sebagai berikut:

- 1) Memuat secara eksplisit integrasi antara konsep biologi, isu sosio-ilmiah, dan tujuan SDGs yang relevan, sehingga setiap topik memiliki keterkaitan antara pengetahuan ilmiah, nilai sosial, dan tindakan nyata dalam konteks keberlanjutan.
- 2) Menampilkan peta integrasi SSI-SDGs-materi biologi untuk memperkuat hubungan antar domain sains, sosial, dan etika, serta membantu calon guru memahami relevansi antar topik global dan lokal.
- 3) Menyajikan skenario pembelajaran dan contoh RPP berbasis SSI-SDGs, disertai aktivitas reflektif, proyek, dan panduan argumentasi ilmiah yang mendorong keterampilan abad ke-21 (*critical thinking, creative thinking, collaboration, communication*).

- 4) Menyediakan studi kasus di setiap bab, yang mengaitkan konsep biologi dengan isu global seperti perubahan iklim, kesehatan, energi, dan keanekaragaman hayati.

Dengan demikian, buku panduan yang dikembangkan diharapkan mampu menjadi sarana pembelajaran inovatif yang mendukung calon guru biologi dalam mengembangkan kemampuan berpikir ilmiah, sosial, dan etis; menumbuhkan kepedulian terhadap isu keberlanjutan; serta membentuk karakter guru abad ke-21 yang berperan sebagai agen perubahan menuju masyarakat berkelanjutan.

## **B. Perancangan (*Design*)**

Tahap *Design* bertujuan untuk merancang bentuk, struktur, serta komponen utama buku panduan yang akan dikembangkan berdasarkan hasil analisis pada tahap *Define*. Pada tahap ini, rancangan produk disusun agar sesuai dengan karakteristik calon guru biologi abad ke-21, yang dituntut memiliki kemampuan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, komunikatif, dan berwawasan keberlanjutan (*sustainability mindset*). Oleh karena itu, desain buku panduan difokuskan untuk mencerminkan integrasi antara SSI dan SDGs dalam pembelajaran biologi secara kontekstual, reflektif, dan aplikatif.

### **1. Struktur Umum Buku Panduan**

Struktur buku panduan dirancang secara sistematis agar mudah dipahami dan digunakan oleh calon guru maupun dosen pengampu mata kuliah terkait. Setiap bab dirancang berorientasi pada pengembangan keterampilan berpikir ilmiah dan sosial, serta penerapan nilai-nilai keberlanjutan. Adapun struktur umum buku panduan tersaji pada Tabel 4.1 berikut.

**Tabel 4.1. Struktur Umum Buku Panduan**

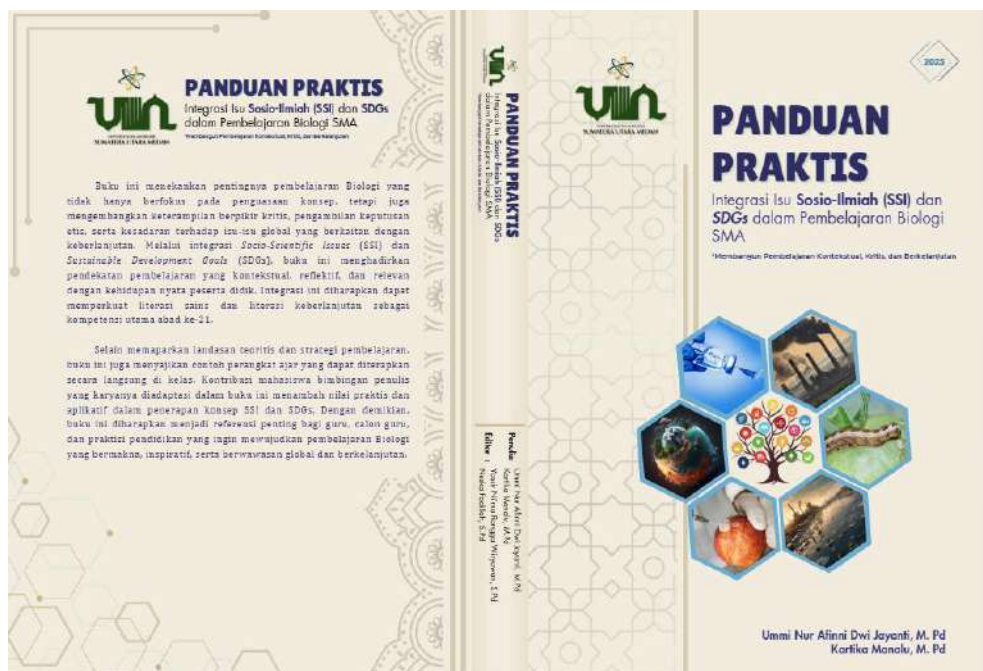
<b>Bagian Buku</b>	<b>Isi dan Fungsi</b>
Bagian Awal	<i>Cover</i> , Halaman Judul, Kata Pengantar, Daftar Isi, Daftar Tabel, dan Daftar Gambar.
Bab I Pendahuluan	Menjelaskan urgensi integrasi SSI-SDGs dalam pembelajaran biologi dan pengembangan buku panduan
Bab II Isu Sosio-Ilmiah dalam Pembelajaran Biologi SMA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjelaskan konsep dan karakteristik SSI yang relevan untuk biologi SMA.</li> <li>• Menyajikan contoh isu nyata (lingkungan, kesehatan, bioteknologi) yang bisa dijadikan konteks pembelajaran.</li> </ul>
Bab III Aspek SDGs dalam Pembelajaran Biologi SMA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjelaskan tujuan dan prinsip SDGs.</li> <li>• Mengaitkan tiap SDG dengan materi biologi SMA (ekosistem, genetika, kesehatan, bioteknologi).</li> </ul>
Bab IV Integrasi SSI dan SDGs sebagai Konteks dalam Pembelajaran Biologi SMA	Menyediakan peta integrasi SSI-SDGs-materi biologi untuk memudahkan guru dalam perancangan pembelajaran (dikaitkan dengan Kompetensi Dasar Kurikulum 2013 dan Capaian Pembelajaran Kurikulum Merdeka)
Bab V Penjabaran Isu Nyata dalam Materi Biologi: SSI dan SDGs sebagai Panduan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menyajikan <i>mapping</i> materi biologi ke isu SSI dan SDGs</li> <li>• Menyediakan studi kasus lokal dan global (misal: pencemaran plastik, bioetika genetika, energi terbarukan).</li> </ul>
Bab VI. Perangkat Pembelajaran Biologi Berbasis Konteks SSI dan SDGs	Memberikan panduan desain RPP, modul ajar, dan lembar kegiatan siswa berbasis SSI-SDGs.

## 2. Desain Visual dan Format Penyajian

Buku panduan ini dirancang dengan pendekatan multimodal untuk menumbuhkan minat belajar serta memperkuat pemahaman konseptual. Setiap bab menyajikan tabel analisis yang menampilkan keterkaitan antara topik biologi, SSI), dan tujuan SDGs sehingga pembaca dapat dengan mudah memahami hubungan antar konsep. Selain itu, ikon visual tematik SDGs ditampilkan agar pembaca langsung mengenali relevansi setiap materi. Studi kasus yang disajikan bersifat kontekstual, baik lokal maupun global, misalnya pengelolaan sampah plastik di sekolah (SDG 12), dampak perubahan iklim terhadap keanekaragaman hayati (SDG 13 & 15), serta bioetika teknologi reproduksi (SDG 3 & 5). Isi buku menggabungkan pendekatan ilmiah dengan nilai-nilai etis dan sosial, sehingga pembelajaran biologi tidak hanya bersifat konseptual, tetapi juga kontekstual dan aplikatif. Pada bab Penjabaran Isu Nyata dalam Materi Biologi: SSI dan SDGs sebagai Panduan, dimulai dengan pemantik isu berupa narasi, gambar, atau berita terkini, yang bertujuan membangkitkan rasa ingin tahu. Selain itu disertai pertanyaan argumentatif yang dikaitkan dengan konsep biologi lalu dianalisis dari berbagai aspek (agama, ekonomi, sosial, budaya).

### C. Pengembangan (*Develop*)

Berdasarkan hasil tahap *Design*, buku panduan disusun dalam bentuk prototipe awal dengan memperhatikan aspek isi, penyajian, bahasa, dan tampilan visual. Penyusunan dilakukan menggunakan prinsip multimodal learning resources yang menggabungkan teks naratif, tabel analisis, dan studi kasus. Setiap bab disusun mengikuti alur logis dari pemahaman konsep hingga penerapan nilai keberlanjutan. Selain itu, pada tahap ini juga dilakukan pengujian produk, yaitu uji kevalidan, uji kepraktisan dan uji keefektifan. Cover buku didesain menggunakan aplikasi Canva dan dibuat semenarik mungkin (Gambar 4.6).



**Gambar 4.6. Cover buku panduan**

Rancangan materi dan konsep buku yang telah dibuat pada tahap sebelumnya disusun sesuai outline dan dijadikan satu buku utuh. Komponen utama prototipe buku panduan yang dikembangkan tersaji pada Tabel 4.2 berikut.

**Tabel 4.2 Komponen Utama Prototipe Buku Panduan**

Bagian Buku	Isi dan Fungsi
Bagian Awal	Cover, Halaman Judul, Kata Pengantar, Daftar Isi, Daftar Tabel, dan Daftar Gambar.
Bab I Pendahuluan	Menjelaskan urgensi integrasi SSI-SDGs dalam pembelajaran biologi dan pengembangan buku panduan
Bab II Isu Sosio-Ilmiah dalam	a. Definisi Isu Sosio Ilmiah (SSI)

Bagian Buku	Isi dan Fungsi
Pembelajaran Biologi SMA	<p>dalam Konteks Pendidikan Sains</p> <p>b. Jenis dan Contoh Isu Sosio-Ilmiah dalam Biologi</p> <p>c. Urgensi Integrasi SSI dalam Pembelajaran Biologi SMA</p> <p>Tantangan dan Solusi Integrasi SSI dalam Pembelajaran Biologi SMA</p>
Bab III Aspek SDGs dalam Pembelajaran Biologi SMA	<p>a. Definisi dan Sejarah SDGs</p> <p>b. Pilar Utama SDGs</p> <p>c. Pentingnya Integrasi SDGs dalam Pendidikan Abad ke-21</p> <p>d. Peran Sains dan Biologi dalam Mewujudkan SDGs</p> <p>e. Integrasi SDGs melalui Materi Pokok Biologi Sekolah</p>
Bab IV Integrasi SSI dan SDGs sebagai Konteks dalam Pembelajaran Biologi SMA	<p>a. Analisis Kompetensi Dasar/Capaian Pembelajaran Biologi yang relevan dengan SSI dan SDGs</p> <p>b. Pemetaan Materi Biologi dengan SSI dan Aspek SDGs pada Kurikulum 2013 dan Kurikulum Merdeka</p>
Bab V Penjabaran Isu Nyata dalam Materi Biologi: SSI dan SDGs sebagai Panduan	<p>Menyajikan <i>mapping</i> materi biologi ke isu SSI dan SDGs</p> <p>1) Perubahan iklim dan efek gas rumah kaca</p> <p>2) Pencemaran lingkungan dan daur ulang</p>



Bagian Buku	Isi dan Fungsi
	3) Hama pada lahan pertanian dan upaya penanggulangannya 4) Erupsi gunung berapi 5) Kepunahan ikan Batak di Danau Toba 6) Tren <i>mukbang</i> 7) Tren diet modern 8) Pernikahan dini 9) Rokok vs Vape 10) Bekam
Bab VI. Perangkat Pembelajaran Biologi Berbasis Konteks SSI dan SDGs	Memberikan panduan desain RPP, modul ajar, dan lembar kegiatan siswa berbasis SSI-SDGs.
Bagian Akhir	Daftar Pustaka dan identitas penulis

### 1. *Expert Appraisal* (Penilaian Ahli)

Tahap validasi bertujuan untuk memastikan kualitas isi, kejelasan penyajian, dan kesesuaian desain buku dengan kebutuhan pengguna. Proses validasi dilakukan oleh tiga kelompok ahli, yaitu:

**Tabel 4.3 Aspek Penilaian Validator Ahli**

Jenis Ahli	Fokus Validasi	Kriteria Penilaian
Ahli Isu Sosio-Ilmiah (SSI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Kesesuaian konten dengan konsep biologi, SSI, dan SDGs.</li> <li>•Ketepatan hubungan antar topik dan peta integrasi SSI-SDGs-materi biologi.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keakuratan materi</li> <li>• Kemutakhiran materi</li> <li>• Kesesuaian isu SSI</li> <li>• Kesesuaian isu SSI dengan materi biologi yang dijabarkan</li> <li>• Keterkaitan model</li> </ul>

Jenis Ahli	Fokus Validasi	Kriteria Penilaian
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kedalaman konsep ilmiah dan relevansi isu.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pembelajaran dengan isu SSI</li> <li>• Kesesuaian integrasi SSI dalam perangkat pembelajaran</li> </ul>
Ahli Pembelajaran Biologi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kesesuaian dengan sintaks pembelajaran SSI-SDGs.</li> <li>• Keterpaduan antara teori, praktik, dan evaluasi.</li> <li>• Keterbacaan dan daya tarik pedagogis.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aspek kelayakan isi pembelajaran biologi</li> <li>• Aspek Kesesuaian Pendekatan Pembelajaran</li> <li>• Aspek Keterbacaan dan Kemenarikan Penyajian</li> <li>• Aspek Kebermanfaatan Buku</li> </ul>
Ahli <i>Sustainable Development Goals</i> (SDGs)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keterbacaan bahasa bagi mahasiswa calon guru.</li> <li>• Konsistensi visual dan estetika desain.</li> <li>• Kejelasan tata letak, infografis, dan navigasi visual.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Keakuratan materi</li> <li>• Kemutakhiran materi</li> <li>• Kesesuaian aspek <i>Sustainable Development Goals</i> (SDGs)</li> <li>• Keterkaitan aspek <i>Sustainable Development Goals</i> (SDGs) dengan materi biologi yang dijabarkan</li> <li>• Keterkaitan model pembelajaran dengan <i>Sustainable Development Goals</i> (SDGs)</li> <li>• Keterkaitan integrasi aspek SDGs dalam perangkat pembelajaran</li> </ul>

Hasil penilaian dari tiap validator dipaparkan sebagai data kuantitatif berikut.

**a. Validator Ahli Pembelajaran Biologi**

Hasil penilaian ahli pembelajaran biologi terhadap kualitas produk mencakup 4 aspek penilaian dengan 29 butir penilaian. Rekapitulasi hasil penilaian buku oleh validator ahli pembelajaran biologi dapat dilihat pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4 Hasil Validasi Buku oleh Ahli Pembelajaran Biologi**

No.	Aspek yang Dinilai	Jumlah Butir Penilaian	Skor Maksimal	Skor yang Diperoleh
1	Kelayakan Isi Pembelajaran Biologi	13	52	48
2	Kesesuaian Pendekatan Pembelajaran	2	8	7
3	Keterbacaan dan Kemenarikan Penyajian	3	12	8
4	Kebermanfaatan Buku	2	8	8
<b>Total</b>		<b>20</b>	<b>80</b>	<b>71</b>
<b>Persentase</b>				<b>88,75%</b>
<b>Kategori</b>				<b>Sangat valid</b>

Berdasarkan hasil penilaian yang dilakukan oleh ahli pembelajaran biologi pada Tabel 4.4 diperoleh nilai rata-rata persentase produk sebesar 88,75%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa buku yang dikembangkan dari aspek pembelajaran biologi

memenuhi kategori sangat valid. Dengan demikian, secara umum produk telah layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran.

Komentar dan masukan dari validator ahli pembelajaran biologi menguatkan hasil tersebut. Validator menyatakan bahwa buku panduan yang dikembangkan layak diterapkan setelah dilakukan revisi minor, terutama pada aspek penulisan dan estetika tampilan agar lebih menarik dan mudah dibaca. Sementara itu, dari segi pembahasan dan isi materi, validator menilai bahwa keseluruhan materi telah sangat lengkap, jelas, dan relevan dengan konteks pembelajaran biologi. Materi disusun secara sistematis, mampu menggambarkan keterpaduan antara konsep-konsep biologi dengan isu-isu sosio-ilmiah dan tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs). Oleh karena itu, validator menyimpulkan bahwa buku ini layak digunakan tanpa revisi substantif, baik sebagai sumber belajar bagi calon guru maupun referensi praktis bagi guru dalam mengembangkan pembelajaran biologi berbasis konteks dan keterampilan abad ke-21.

#### **b. Validator ahli isu sosio-saintifik/sosio-ilmiah (SSI)**

Hasil penilaian ahli isu sosio-saintifik terhadap kualitas produk mencakup 2 aspek penilaian dengan 6 butir penilaian. Rekapitulasi hasil penilaian buku oleh validator ahli SSI dapat dilihat pada Tabel 4.5.

**Tabel 4.5 Hasil Validasi Buku oleh Ahli Isu SSI**

No.	Aspek yang Dinilai	Jumlah Indikator	Skor Maksimal	Skor yang Diperoleh
1	Materi	2	8	7
	Penilaian Kontekstual			
2	dan Isu Sosio-Saintifik	4	16	16

No.	Aspek yang Dinilai	Jumlah Indikator	Skor Maksimal	Skor yang Diperoleh
	Total	6	24	23
	Persentase			95,83%
	Kategori			Sangat valid

Berdasarkan hasil penilaian yang dilakukan oleh ahli isu sosio-saintifik pada Tabel 4.8 diperoleh nilai rata-rata persentase produk sebesar 95,83%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa buku yang dikembangkan dari aspek isu sosio-saintifik memenuhi kategori sangat valid. Berdasarkan komentar dari validator ahli isu sosio-saintifik, produk buku yang dikembangkan layak diterapkan setelah direvisi. Adapun komentar dan saran dari validator terhadap produk buku yang dikembangkan tertera pada Tabel 4.7.

**c. Validator ahli *Sustainable Development Goals* (SDGs)**

Hasil penilaian ahli SDGs terhadap kualitas produk mencakup 2 aspek penilaian dengan 6 butir penilaian. Rekapitulasi hasil penilaian buku oleh validator ahli SSI dapat dilihat pada Tabel 4.6.

**Tabel 4.6 Hasil Validasi Buku oleh Ahli Isu SDGs**

No.	Aspek yang Dinilai	Jumlah Indikator	Skor Maksimal	Skor yang Diperoleh
1	Materi	2	8	8
	Penilaian Kontekstual			
2	dan Isu Sosio-Saintifik	4	16	16
	Total	6	24	24
	Persentase			100%
	Kategori			Sangat valid

Berdasarkan hasil penilaian yang dilakukan oleh ahli isu sosio-saintifik pada Tabel 4.6 diperoleh nilai rata-rata persentase produk sebesar 100 %. Nilai tersebut menunjukkan bahwa buku yang dikembangkan dari aspek isu SDGs memenuhi kategori sangat valid. Berdasarkan komentar dari validator ahli isu SDGs, produk buku yang dikembangkan layak diterapkan setelah direvisi. Adapun komentar dan saran dari validator terhadap produk buku yang dikembangkan tertera pada Tabel 4.7.

**Tabel 4.7 Komentar dan saran validator ahli**

<b>Validator</b>	<b>No</b>	<b>Komentar dan Saran dari Validator</b>	<b>Hasil Revisi</b>
Ahli pembelajaran biologi	1	Segi penulisan dan estetika buku	Sudah direvisi sesuai saran
Ahli SSI	1.	Perlu elaborasi lebih dalam terkait pemetaan capaian pembelajaran pada Kurikulum Merdeka	Telah direvisi sesuai saran
Ahli SDGs	1.	Penulisan istilah Bahasa Inggris	Penulisan sudah disesuaikan
	2.	Penambahan penjelasan terkait posisi SSI dalam pembelajaran (apakah sebagai materi, konteks atau pendekatan?)	Telah ditambahkan narasi terkait posisi SSI sebagai konteks pembelajaran
	3.	Pembahasan tentang model-model pembelajaran yang	Telah ditambahkan tabel rekomendasi strategi, metode dan

Validator	No	Komentar dan Saran dari Validator	Hasil Revisi
		direkomendasikan untuk pembelajaran berbasis SSI dan SDGs	model pembelajaran untuk integrasi SSI dan SDGs
	4.	Penambahan konteks SSI dan SDGs pada perangkat pembelajaran yang lebih eksplisit	Telah dilengkapi pada perangkat pembelajaran terkait integrasi SSI dan SDGs secara eksplisit

## 2. *Developmental Testing* (Uji Coba Pengembangan)

Setelah produk buku yang dikembangkan direvisi dan dinyatakan valid, maka buku kemudian diuji kepraktisannya dengan mendapatkan umpan balik ataupun respon dari pengguna, sekaligus menguji keterbacaan produk. Untuk mendapatkan data uji kepraktisan digunakan instrumen berupa angket respon yang diberikan kepada mahasiswa dan dosen sebagai pengguna produk. Instrumen tersebut mencakup aspek ketertarikan, materi, dan bahasa.

Angket respon diberikan kepada 2 dosen yang mengampu mata kuliah strategi dan perencanaan pembelajaran biologi dan 5 mahasiswa yang telah mengambil mata kuliah strategi pembelajaran biologi dan perencanaan pembelajaran biologi. Rekapitulasi hasil penilaian kepraktisan buku oleh dosen dapat dilihat pada Tabel 4.8 dan hasil penilaian kepraktisan buku oleh mahasiswa dapat dilihat pada Tabel 4.9.

**Tabel 4.8 Hasil Uji Kepraktisan oleh Dosen**

No.	Nama	Skor Kepraktisan	Skor Maksimal	Persentase	Kriteria
1.	EPST	65	68	95.58%	Sangat Praktis

No.	Nama	Skor Kepraktisan	Skor Maksimal	Persentase	Kriteria
2.	TWR	64	68	94.11%	Sangat Praktis
<b>Rata-rata</b>		<b>64,5</b>	<b>68</b>	<b>94.85%</b>	<b>Sangat Praktis</b>

Uji kepraktisan dilakukan oleh dua orang dosen/praktisi pendidikan biologi untuk menilai sejauh mana Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21 mudah digunakan dalam konteks pembelajaran. Berdasarkan hasil rekapitulasi data, diperoleh skor rata-rata sebesar 64,5 dari skor maksimal 68, dengan persentase kepraktisan sebesar 94,85% sehingga termasuk dalam kategori "Sangat Praktis."

Hasil ini menunjukkan bahwa dari sudut pandang praktisi, buku panduan yang dikembangkan memiliki tingkat kepraktisan yang sangat tinggi, baik dari segi isi, struktur, maupun tampilan. Dosen menilai bahwa penyajian materi dalam buku ini telah membantu memahami integrasi antara isu sosio-ilmiah (SSI) dan *Sustainable Development Goals* (SDGs) dengan berbagai model pembelajaran biologi yang relevan. Selain itu, aspek kebahasaan yang sederhana, kejelasan istilah, serta tata letak visual yang proporsional turut mendukung kemudahan dalam penggunaannya.

Masukan yang diberikan oleh validator dosen juga bersifat konstruktif, yaitu perlunya penambahan bagian penutup, profil penulis, serta pengayaan contoh isu sosio-ilmiah melalui tautan menuju sumber rujukan seperti video, artikel ilmiah populer, atau platform SDGs universitas. Saran tersebut menunjukkan perhatian dosen terhadap peningkatan nilai fungsional dan kelengkapan isi buku agar lebih kontekstual serta mudah diakses oleh pengguna dalam praktik pembelajaran.



Dengan demikian, hasil uji kepraktisan oleh dosen/praktisi ini memperkuat temuan sebelumnya dari mahasiswa bahwa buku panduan yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kepraktisan yang sangat baik. Secara keseluruhan, buku ini dinilai layak untuk digunakan sebagai referensi pembelajaran biologi yang integratif dan kontekstual bagi calon guru abad ke-21.

**Tabel 4.9 Hasil Uji Kepraktisan oleh Mahasiswa**

No.	Nama	Skor Kepraktisan	Skor Maksimal	Persentase	Kriteria
1.	CPD	67	68	98.52%	Sangat Praktis
2.	DA	68	68	100.00%	Sangat Praktis
3.	DRW	66	68	97.05%	Sangat Praktis
4.	MAL	64	68	94.11%	Sangat Praktis
5.	PF	66	68	97.05%	Sangat Praktis
<b>Rata-rata</b>		<b>66,2</b>	66.2	<b>94.85%</b>	97.35%

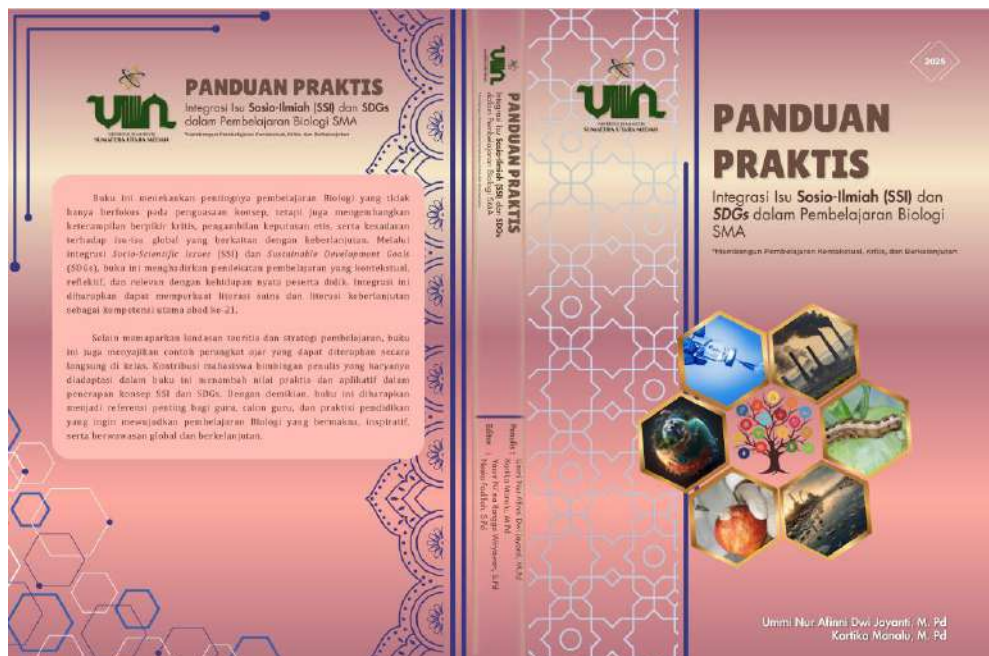
Hasil uji kepraktisan terhadap Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21 juga diperoleh melalui penilaian oleh lima responden mahasiswa. Berdasarkan data hasil rekapitulasi, diperoleh skor rata-rata sebesar 66,2 dari skor maksimal 68, dengan persentase kepraktisan sebesar 97,35% sehingga termasuk dalam kategori "Sangat Praktis".

Temuan ini menunjukkan bahwa buku panduan yang dikembangkan memiliki tingkat kepraktisan yang sangat tinggi dan mudah digunakan oleh mahasiswa calon guru. Penilaian positif yang

diberikan oleh responden mencakup berbagai aspek, antara lain kejelasan penyajian materi, kemudahan bahasa, ketepatan istilah, serta kelengkapan informasi mengenai integrasi antara isu sosio-ilmiah (SSI), *Sustainable Development Goals* (SDGs), dan model-model pembelajaran biologi abad ke-21. Selain itu, aspek desain dan tampilan buku, seperti ukuran huruf, tata letak tabel dan gambar, serta daya tarik sampul, juga dinilai sangat baik oleh para pengguna.

Hasil ini mengindikasikan bahwa buku panduan yang dikembangkan tidak hanya efektif secara isi, tetapi juga praktis dalam penerapannya. Dengan tingkat kepraktisan yang sangat tinggi, buku ini berpotensi digunakan secara luas sebagai referensi pembelajaran bagi mahasiswa calon guru biologi. Hal ini sejalan dengan pendapat Nieveen (1999) yang menyatakan bahwa suatu produk pengembangan dikatakan praktis apabila pengguna merasa mudah dalam memahami dan menggunakannya sesuai tujuan pembelajaran. Dengan demikian, hasil uji kepraktisan ini memperkuat bahwa buku panduan yang dikembangkan layak untuk digunakan pada tahap implementasi lebih lanjut dalam proses pembelajaran biologi berbasis integrasi SSI dan SDGs

Hasil dari pengujian ini, dilakukan perbaikan dan penyempurnaan kualitas produk berdasarkan umpan balik yang diberikan oleh mahasiswa dan dosen untuk memastikan buku yang dikembangkan telah memenuhi standar yang diharapkan. Hasil revisi dapat dilihat pada Gambar 4.7 hingga Gambar 4.12. Buku yang dihasilkan tidak hanya bersifat informatif, namun menarik dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.



**Gambar 4.7. Cover hasil revisi**



Gambar 4.8. Tampilan BAB pada buku panduan

guru dapat lebih mudah menyesuaikan materi ajar dengan topik SSI tertentu, misalnya menghubungkan materi ekosistem di kelas X dengan isu perubahan iklim atau degradasi lingkungan. Struktur KD yang rinci menjadikan integrasi SSI dan SDGs dalam pembelajaran Biologi lebih terarah, sekalipun ruang fleksibilitas guru relatif terbatas. Berikut ini disajikan pemetaan materi biologi dengan SSI dan Aspek SDGs pada Kurikulum 2013.

Tabel 15. Pemetaan Materi Biologi dengan SSI dan SDGs pada Materi Biologi Kelas X

No.	Isu Sosio-Ilmiah (SSI)	Sudut Pandang dan Dimensi SSI	Aspek SDGs	Materi Biologi	KD Biologi Kurikulum 2013
1	Isu etika penelitian dan penggunaan hewan uji coba	Hewan dipakai dalam riset biologi/biomedis untuk memperoleh data ilmiah, tetapi menimbulkan dilema etika terkait penderitaan hewan dan aturan hukum internasional/nasional. Dimensi SSI: Sains, etika, hukum	SDG 3 dan SDG 12	Ruang Lingkup Biologi (Objek, organisasi kehidupan, metode ilmiah, keselamatan kerja)	KD 3.1 dan 4.1
2	Deforestasi, perdagangan satwa, ekowisata berkelanjutan, Nature-based Solution (NbS)	Deforestasi dan perdagangan satwa liar mengancam kelestarian biodiversitas serta menimbulkan risiko ekologis dan kesehatan. Namun, bagi sebagian masyarakat, aktivitas ini dianggap sebagai sumber penghidupan dan keuntungan ekonomi jangka pendek. Di sisi lain, ekowisata berkelanjutan dan Nature-based Solution (NbS) dipandang sebagai alternatif yang mampu menjaga ekosistem sekaligus memberi manfaat ekonomi. Meski demikian, ada pula kritik bahwa ekowisata dan NbS belum selalu adil bagi masyarakat lokal atau berisiko dimanfaatkan sebagai legitimasi eksploitasi baru Dimensi SSI: Sains, sosial, ekonomi, hukum, lingkungan	SDG 14 dan SDG 15	Keanekaragaman Hayati	KD 3.2 dan 4.2
3	Kontroversi klasifikasi organisme baru (virus, arkea, mikrobioma)	Kontroversi klasifikasi organisme baru merujuk pada perdebatan ilmiah dan filosofis terkait penempatan taksonomi entitas biologis seperti virus, arkea, dan komunitas mikrobioma. Perdebatan ini muncul karena karakteristik unik yang menantang kriteria konvensional tentang "kehidupan", batas antar	SDG 4 dan SDG	Klasifikasi Makhluk Hidup dalam lima kingdom	KD 3.3 dan 4.3

menganalisis, dan mengembangkan isu-isu yang paling relevan, sehingga pembelajaran menjadi hidup, kontekstual, kreatif, dan bermakna bagi peserta didik.

Tabel 18. Pemetaan Materi IPA/Biologi dengan SSI dan SDGs pada CP Fase E

No.	Isu Sosio-Ilmiah (SSI)	Sudut Pandang dan Dimensi SSI	Aspek SDGs	Materi Biologi/IPA	Elemen CP Fase E
1	Penggunaan pupuk kimia vs organik, rekayasa hormon pertumbuhan, pangan sehat	Virus dapat dimanfaatkan sebagai alat terapi gen untuk memperbaiki sel, namun menimbulkan kekhawatiran akan risiko mutasi dan potensi pandemi. Dimensi SSI: Sains, kesehatan, etika, sosial, politik	SDG 3 dan SDG 9	Virus	Pemahaman IPA – peranan virus
2	Farmasi vs resistensi antibiotik	Antibiotik menyelamatkan banyak nyawa, tetapi penggunaannya berlebihan memicu resistensi bakteri yang mengancam efektivitas terapi. Dimensi SSI: Sains, teknologi, ekonomi, etika	SDG 2, SDG 3 dan SDG 12	Bakteri dan Jamur	Pemahaman IPA – peranan bakteri dan jamur
3	Alih fungsi hutan untuk perkebunan, budidaya ikan dalam keramba, deforestasi	Alih fungsi hutan untuk perkebunan dan budidaya ikan meningkatkan produksi pangan, namun memicu deforestasi, hilangnya biodiversitas, dan kerusakan ekosistem. Dimensi SSI: Lingkungan, sosial, ekonomi, politik	SDG 13 dan SDG 15	Ekosistem	Pemahaman IPA – ekosistem dan interaksi
4	Bioteknologi pangan (GMO, kultur jaringan, rekayasa genetik) dan isu etikanya	Bioteknologi pangan menjanjikan peningkatan hasil panen dan efisiensi, tetapi menimbulkan perdebatan etika, keamanan konsumsi, dan penerimaan masyarakat. Dimensi SSI: Sains, teknologi, etika, sosial, ekonomi	SDG 2, SDG 12 dan SDG 3	Bioteknologi	Pemahaman IPA – pemanfaatan bioteknologi
5	Kesetaraan akses teknologi bioteknologi dan energi di negara berkembang	Kemajuan bioteknologi dan energi berkelanjutan dapat memperkecil lesenjang global, namun akses di negara berkembang masih terhambat biaya dan infrastruktur. Dimensi SSI: Sosial, ekonomi, politik, keadilan	SDG 10, SDG 9 dan SDG 7	Bioteknologi & Energi	Pemahaman IPA – bioteknologi & energi

**Gambar 4.9. Pemetaan Konteks SSI-SDG-Materi Biologi SMA pada buku panduan**



## A. Perubahan Iklim dan Efek Gas Rumah Kaca



Gambar 4. Ilustrasi Efek Gas Rumah Kaca (*Global Warming*) dan Perubahan Iklim (*Climate Change*)  
(Sumber: Substack)

Perubahan iklim terjadi akibat peningkatan konsentrasi gas rumah kaca (GRK) seperti karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), metana ( $\text{CH}_4$ ), dan dinitrogen oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ) di atmosfer, terutama dari pembakaran bahan bakar fosil, pertanian, dan industri (Mikhaylov dkk., 2020; Filonchik dkk., 2024; Jain, 1993). Efek rumah kaca alami menjaga suhu bumi tetap stabil, namun aktivitas manusia telah memperkuat efek ini sehingga suhu rata-rata global meningkat secara signifikan (Mikhaylov dkk., 2020; Jain, 1993). Dampaknya meliputi peningkatan frekuensi cuaca ekstrem, kenaikan permukaan laut, perubahan pola curah hujan, kerusakan ekosistem, penurunan keanekaragaman hayati, serta ancaman terhadap ketahanan pangan dan kesehatan manusia (Mikhaylov dkk., 2020; Filonchik dkk., 2024; Li dkk., 2025; Chatterjee & Tandon, 2020; Jain, 1993).

Secara sosial, perubahan iklim memicu ketidakadilan lingkungan, di mana negara berkembang dan kelompok rentan paling terdampak meski kontribusinya terhadap emisi GRK relatif kecil (Li dkk., 2025; Chatterjee & Tandon, 2020). Isu ini juga menimbulkan perdebatan kebijakan, ekonomi, dan etika, seperti transisi energi, keadilan iklim, dan adaptasi masyarakat (Filonchik dkk., 2024; Li dkk., 2025; Moore dkk., 2022). Upaya mitigasi dan adaptasi, seperti pengembangan energi terbarukan, konservasi ekosistem, dan inovasi teknologi, menjadi sangat penting. (Filonchik dkk., 2024; Li dkk., 2025; Jain, 1993)

Dalam konteks *Sustainable Development Goals* (SDGs), isu perubahan iklim dan efek gas rumah kaca ini dapat dijadikan pintu masuk untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa melalui integrasi *Socio-Scientific Issues* (SSI). Dengan demikian, pembelajaran tidak hanya menekankan pemahaman konsep perubahan lingkungan, tetapi juga mendorong siswa untuk terlibat aktif dalam mencari solusi nyata yang relevan dengan kehidupan sehari-hari.

### PERTANYAAN UNTUK ARGUMENTASI TERHADAP SSI

Apakah tindakan individu (seperti pengurangan konsumsi daging, penggunaan transportasi umum, dan pembatasan siswa menggunakan sepeda motor) benar-benar signifikan dalam mengurangi dampak perubahan iklim? Atau seharusnya fokus utama diarahkan pada perusahaan besar, industri, dan pemerintah sebagai penghasil emisi terbesar?

Pertanyaan ini menuntut siswa untuk mengaitkan konsep perubahan lingkungan, siklus karbon, peran gas rumah kaca, serta dampaknya terhadap keseimbangan ekosistem dengan kebijakan publik dan pilihan gaya hidup masyarakat. Selain itu, diskusi ini sekaligus membuka ruang integrasi dengan tujuan SDGs, terutama SDG 13 (Tindakan terhadap Perubahan Iklim), SDG 7 (Energi Bersih dan Terjangkau), dan SDG 12 (Konsumsi dan Produksi Berkelanjutan).

### CONTOH INTEGRASI RUANG LINGKUP MATERI BIOLOGI SERTA INTEGRASI SDGS PADA ISU SSI PERUBAHAN IKLIM DAN EFEK GAS RUMAH KACA

Konsep yang dapat dikaitkan dengan SSI perubahan iklim dan efek gas rumah kaca adalah materi Perubahan Lingkungan. Guru dapat menggunakan SSI ini pada saat mengajarkan konsep dasar perubahan lingkungan pada Kurikulum 2013 (KD 3.11 dan 4.11) maupun Kurikulum Merdeka (Capaian Pembelajaran Perubahan Iklim pada Fase E). Pemahaman lingkungan selalu ada sepanjang umur manusia karena manusia sering tidak bijak dalam memanfaatkan alam sehingga lingkungan mengalami perubahan yang tidak sesuai peruntukannya. Isu global lingkungan saat ini antara lain perubahan iklim global dan efek gas rumah kaca menyebabkan beberapa dampak yang sekarang sudah dirasakan, antara lain kenaikan suhu rata-rata atmosfer dan naiknya permukaan air laut akibat mencairnya es di kutub.

Lingkungan hidup dapat diartikan sebagai lingkungan fisik yang mendukung kehidupan serta proses-proses yang terlibat dalam aliran energi dan siklus materi. Karenanya, keseimbangan lingkungan secara alami dapat berlangsung apabila komponen yang terlibat dalam interaksi dapat berperan sesuai kondisi keseimbangan serta berlangsungnya aliran energi dan siklus biogeokimia. Keseimbangan lingkungan ini ditentukan oleh seimbangannya energi yang masuk dan energi yang digunakan, seimbangannya antara bahan makanan yang terbentuk dengan yang digunakan, seimbangannya antara faktor-faktor abiotik dengan faktor-faktor biotik. Gangguan terhadap salah satu faktor dapat mengganggu keseimbangan lingkungan.

Kegiatan pembangunan yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan manusia sering menimbulkan perubahan lingkungan. Perubahan tersebut menjadikan kerusakan lingkungan yang terkadang dalam taraf yang sudah mengkhawatirkan. Perubahan lingkungan yang berkaitan dengan perubahan iklim dan efek gas rumah kaca saat ini sudah menjadi isu lokal, nasional dan global.

Perubahan iklim menyebabkan perubahan lingkungan fisik (suhu, curah hujan, pola musim) yang memaksa organisme beradaptasi atau bermigrasi. Ketidamampuan beradaptasi dapat menyebabkan kepunahan spesies dan perubahan struktur komunitas (Chatterjee & Tandon, 2020; Jain, 1993). Kenaikan suhu dan perubahan pola cuaca mengganggu ekosistem, menyebabkan pergeseran habitat, penurunan keanekaragaman hayati, dan munculnya ekosistem baru yang belum pernah ada sebelumnya (Chatterjee & Tandon, 2020; Jain, 1993). Selain itu, gas rumah kaca seperti  $\text{CO}_2$  berperan dalam siklus karbon. Tumbuhan melalui fotosintesis menyerap  $\text{CO}_2$  sehingga deforestasi memperparah akumulasi  $\text{CO}_2$  di atmosfer (Feel dkk., 2017; Jain, 1993). Aktivitas manusia (industri, pertanian transportasi) mempercepat perubahan lingkungan, menuntut pemahaman tentang interaksi antara manusia dan ekosistem untuk solusi berkelanjutan (Mikhaylov dkk., 2020; Filonchik dkk., 2024; Li dkk., 2025).

Contoh integrasi SDGs pada isu SSI perubahan iklim dan efek gas rumah kaca tersaji pada tabel berikut:

Tabel 20. Integrasi dengan Tujuan SDGs

SDGs	Relevansi dengan SSI Perubahan Iklim	Contoh Kegiatan Pembelajaran Biologi
SDG 13: <i>Climate Action</i> (Tindakan terhadap Perubahan Iklim)	Menekankan pentingnya mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim	Analisis grafik suhu global dan tren emisi $\text{CO}_2$ dari data resmi (NASA, BMKG), lalu diskusi strategi pengurangan emisi
SDG 7: <i>Affordable and Clean Energy</i> (Energi Bersih dan Terjangkau)	Mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil untuk menurunkan emisi	Eksperimen sederhana energi terbarukan (panel surya mini, turbin angin miniatur) dan analisis perbandingan emisi
SDG 12: <i>Responsible Consumption and Production</i> (Konsumsi dan Produksi Berkelanjutan)	Promosi praktik produksi dan konsumsi yang ramah lingkungan	Studi kasus produk ramah lingkungan (misalnya daur ulang plastik atau eco-packaging) serta diskusi dampaknya pada iklim
SDG 15: <i>Life on Land</i> (Ekosistem Darat)	Deforestasi meningkatkan emisi karbon dan mengurangi keanekaragaman hayati	Observasi tutupan lahan dengan peta/Google Earth, lalu diskusi dampak deforestasi terhadap iklim lokal & habitat
SDG 3: <i>Good Health and Well-being</i> (Kesehatan dan Kesejahteraan)	Perubahan iklim memengaruhi penyebaran penyakit dan kualitas hidup manusia	Kajian literatur dan data lokal tentang polusi udara, gelombang panas, serta hubungannya dengan penyakit pernapasan

### INTEGRASI PERSPEKTIF ASPEK AGAMA, SOSIAL, EKONOMI, ETIKA, MORAL, DAN BUDAYA PADA ISU PERUBAHAN IKLIM DAN EFEK GAS RUMAH KACA

Tabel 21. Integrasi Perspektif pada Isu Perubahan Iklim dan Efek Gas Rumah Kaca

Aspek	Integrasi terhadap Dilema Perubahan Iklim
Agama	Al-Qur'an menekankan manusia sebagai khalifah (QS. Al-Baqarah: 30) dan larangan berbuat kerusakan (QS. Ar-Rum: 41). Hadis tentang hidup bersih (HR. Ahmad) menekankan bahwa langkah individu solusi apa pun bernilai ibadah, sementara pemerintah dan industri wajib adil dalam menjaga lingkungan.
Sosial	Tindakan individu membangun kesadaran kolektif (misalnya budaya bersepeda, naik transportasi umum). Namun, tanpa dukungan infrastruktur dan kebijakan publik, perubahan perilaku sulit dilakukan secara luas.













## Gambar 4.10. Contoh Penjabaran Integrasi SSI-SDGs pada materi Biologi SMA

## BAB VII PENUTUP

Buku Panduan Prakteis Integrasi SSI dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi ini disusun sebagai wujud komitmen untuk mendukung pembelajaran biologi yang lebih bermakna, kontekstual, dan berorientasi pada literasi sains serta nilai-nilai keberlanjutan. Pendekatan SSI memberikan ruang bagi peserta didik untuk mengaitkan konsep-konsep biologi dengan isu-isu nyata yang dihadapi masyarakat—mulai dari perubahan iklim, keanekaragaman hayati, krisis pangan, hingga etika bioteknologi—sehingga proses belajar tidak berhenti pada aspek kognitif, tetapi berkembang menuju pembentukan sikap reflektif dan tanggung jawab sosial. Integrasi dengan SDGs menjadikan pembelajaran biologi memiliki arah yang lebih global, selaras dengan cita-cita pembangunan berkelanjutan dunia.

Guru dan calon guru diharapkan memiliki pemahaman praktis tentang bagaimana merancang dan mengimplementasikan pembelajaran berbasis SSI dan SDGs secara sistematis. Setiap bagian buku telah dirancang untuk memberikan langkah-langkah sistematis, mulai dari pemilihan isu analisis keterkaitan dengan kompetensi dasar atau capaian pembelajaran, penyusunan tujuan pembelajaran, hingga pengembangan perangkat seperti RPP dan LKPD. Selain itu, panduan ini juga memberikan contoh analisis isu berdasarkan peta indikator SDGs yang relevan dengan topik biologi di sekolah menengah, seperti isu keanekaragaman hayati dan SDGs 15 (*Life on Land*), isu polusi air dan SDGs 6 (*Clean Water and Sanitation*), dan isu kesehatan reproduksi dan SDGs 3 (*Good Health and Well-being*).

Dengan demikian, guru tidak hanya memahami hubungan konseptual antara biologi dan SDGs, tetapi juga mampu menerjemahkannya dalam bentuk kegiatan belajar yang menantang, kolaboratif, dan berpijak pada pembentukan kesadaran ekologis. Keberhasilan penerapan panduan ini sangat bergantung pada kemampuan guru dan calon guru untuk menyesuaikan pendekatan SSI dan SDGs dengan konteks kelas dan karakteristik peserta didik. Guru disarankan untuk:

- Ozurk, N., & Roehrig, G. H. (2025). Effects of an integrated STEM unit designed around socioscientific issues on middle school students' socioscientific reasoning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 23, 1493–1518. <https://doi.org/10.1007/s10763-024-10517-8> 
  - Suwono, H., Raf'Ah, N. L., Saifi, M., & Fachrunnisa, R. (2023). Interactive socio-scientific inquiry for promoting scientific literacy, enhancing biological knowledge, and developing critical thinking. *Journal of Biological Education*, 57(5), 944–959. <https://doi.org/10.1080/00219256.2021.2106270> 
  - Wahono, B., Chang, C.-Y., & Nguyen, T. T. T. (2021). Teaching socio-scientific issues through integrated STEM education: An effective practical averment from Indonesian science lessons. *International Journal of Science Education*, 43(16), 2663–2683. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1983276> 
  - Artikel populer di *The Conversation* (<https://theconversation.com>) dan *National Geographic Education* (<https://education.nationalgeographic.org/>) yang sering menyoroti dikena sains, etika lingkungan, dan isu global. 
- Referensi untuk memahami dan mengintegrasikan SDGs dalam konteks pendidikan, guru juga dapat mengakses:
-  [United Nations Sustainable Development Goals: https://sdgs.un.org/goals](https://sdgs.un.org/goals) 
  -  [UNESCO Education for Sustainable Development: https://unesco.org/themes/education-sustainable-development](https://unesco.org/themes/education-sustainable-development) 
  -  [Bappenas SDGs Indonesia Dashboard: https://sdgs.bappenas.go.id](https://sdgs.bappenas.go.id) 
  -  [SDG Academy Online Courses: https://sdgacademy.org](https://sdgacademy.org) 

Sumber-sumber tersebut dapat digunakan untuk mengembangkan kegiatan reflektif, diskusi kritis, maupun pengasahan berbasis riset kecil bagi siswa dan mahasiswa calon guru. Dengan demikian, integrasi SSI dan SDGs dalam pembelajaran biologi bukan hanya menjadi inovasi kurikulum, tetapi juga gerakan nyata dalam menyiapkan generasi yang sadar sains, peduli lingkungan, dan berdaya untuk masa depan berkelanjutan.

Akhirnya, penulis menyadari bahwa panduan ini masih memiliki keterbatasan dan terbuka terhadap berbagai masukan. Semoga panduan ini menjadi langkah kecil namun berdampak besar bagi terciptanya ekosistem pendidikan biologi yang adaptif, humanis, dan berkontribusi nyata pada pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs).

**Gambar 4.11. Tambahan BAB penutup pada buku panduan**

## BIOGRAFI PENULIS

**Umami Nur Afinni Dwi Jayanti, M.Pd.** merupakan dosen tetap pada Program Studi Tadris Biologi, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan. Saat ini, beliau mengemban amanah sebagai Sekretaris Program Studi Tadris Biologi. Gelar sarjana (S1) beliau peroleh dari Universitas Sebelas Maret Surakarta pada program studi Pendidikan Biologi, dan gelar magister (S2) diraih dari Universitas Negeri Malang pada Program Pascasarjana Pendidikan Biologi. Fokus keilmuan beliau meliputi pembelajaran biologi, telaah kurikulum, serta pengembangan produk berbasis penelitian (Research and Development). Selain aktif mengajar, beliau juga produktif dalam menulis karya ilmiah dan buku ajar, salah satunya adalah buku berjudul "Model Pembelajaran Berbasis Keterampilan Abad 21 dan Isu-Isu Sosio-Saintifik" yang terbit pada tahun 2024.



**Kartika Manalu, M.Pd.** merupakan dosen tetap sekaligus Ketua Program Studi Tadris Biologi pada Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan. Beliau menyelesaikan pendidikan sarjana (S1) di Universitas Negeri Medan (UNIMED) pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Jurusan Pendidikan Biologi, dan melanjutkan pendidikan magister (S2) pada Program Pascasarjana (PPS) Universitas Negeri Medan dengan bidang konsentrasi Pendidikan Biologi. Sebagai seorang akademisi, beliau aktif dalam kegiatan tridarma perguruan tinggi serta berkontribusi dalam penulisan karya ilmiah dan buku di bidang pendidikan biologi. Melalui dedikasi dan pengabdianya, beliau berkomitmen untuk terus mengembangkan mutu

pendidikan biologi di lingkungan UIN Sumatera Utara.

**Gambar 4.12. Tambahan BAB penutup pada buku panduan**

Tahap selanjutnya yaitu pengujian keefektifan yang dilakukan dengan menilai skenario pembelajaran integrasi SSI dan SDGs pada materi biologi. Hasil penilaian tersaji pada Tabel 4.10.

**Tabel 4.10. Nilai N-Gain Keterampilan Merancang Skenario Pembelajaran Berbasis SSI-SDGs**

No	Kelompok	Skor Pretest	Skor Posttest	Skor Maksimum	Nilai N-Gain	Kategori Efektivitas
1	Sistem Saraf	10,5	16	20	0,58	Sedang
2	Fungi	9,2	18	20	0,79	Tinggi



No	Kelompok	Skor Pretest	Skor Posttest	Skor Maksimum	Nilai N-Gain	Kategori Efektivitas
3	Sistem Reproduksi	11,0	17	20	0,67	Tinggi
4	Ekosistem	8,7	19	20	0,90	Sangat Tinggi
<b>Rata-rata</b>					<b>0,73</b>	<b>Tinggi</b>

Hasil analisis uji keefektifan menunjukkan bahwa rata-rata nilai N-Gain mahasiswa sebesar 0,73, yang termasuk dalam kategori tinggi. Nilai ini menunjukkan adanya peningkatan signifikan terhadap keterampilan mahasiswa dalam merancang skenario pembelajaran berbasis SSI dan SDGs. Peningkatan tersebut menegaskan bahwa buku panduan yang dikembangkan mampu memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan pedagogis mahasiswa calon guru biologi. Mahasiswa memperoleh pemahaman yang lebih baik dalam mengaitkan konsep biologi dengan isu-isu sosial dan lingkungan global yang relevan. Dengan demikian, buku panduan berbasis SSI-SDGs terbukti efektif dalam mendukung pembelajaran yang kontekstual, aplikatif, dan selaras dengan kebutuhan pendidikan abad ke-21.

Secara umum, peningkatan nilai N-Gain mencerminkan keberhasilan mahasiswa dalam mengintegrasikan pengetahuan biologi dengan isu-isu aktual yang berhubungan dengan keberlanjutan hidup dan tanggung jawab sosial. Mahasiswa menunjukkan kemampuan yang lebih baik dalam berpikir kritis, mengidentifikasi masalah, dan merancang pembelajaran berbasis isu yang sesuai dengan karakteristik peserta didik. Hasil ini juga memperlihatkan bahwa pendekatan pembelajaran yang berlandaskan SSI dan SDGs mampu menumbuhkan kesadaran ilmiah sekaligus

empati sosial, yang merupakan fondasi penting bagi calon guru di era global. Melalui aktivitas seperti studi kasus, proyek, dan analisis isu nyata, mahasiswa terlatih untuk melihat sains tidak hanya sebagai pengetahuan, tetapi juga sebagai sarana untuk membangun kepedulian terhadap kehidupan dan lingkungan. Peningkatan ini menjadi bukti bahwa pembelajaran berbasis isu mampu menjembatani teori dan praktik dalam konteks pendidikan biologi.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Penilaian keefektifan hanya dapat dilakukan secara kelompok, bukan secara individu, karena keterbatasan waktu pelaksanaan yang mendekati Ujian Akhir Semester (UAS). Selain itu, pelaksanaan penelitian juga bertepatan dengan periode banyaknya hari libur akademik akibat proses akreditasi tujuh program studi di fakultas, yang mengakibatkan durasi pelaksanaan kegiatan menjadi lebih singkat dari rencana semula. Kondisi ini membatasi kesempatan peneliti untuk melakukan observasi mendalam terhadap proses belajar dan perkembangan keterampilan mahasiswa secara berkelanjutan. Oleh karena itu, pengukuran efektivitas difokuskan pada hasil akhir per kelompok, bukan pada capaian individu. Hal ini menjadi catatan penting untuk pengembangan penelitian sejenis di masa mendatang agar hasilnya lebih komprehensif.

Selain faktor waktu, durasi penggunaan buku panduan yang relatif singkat juga menjadi keterbatasan dalam penelitian ini. Mahasiswa hanya memiliki waktu terbatas untuk mempelajari, mendiskusikan, dan menerapkan isi buku panduan dalam penyusunan skenario pembelajaran. Kondisi ini berdampak pada kedalaman pemahaman dan refleksi mahasiswa terhadap keseluruhan sintaks model pembelajaran berbasis SSI-SDGs. Untuk itu, penelitian lanjutan disarankan dilaksanakan dalam jangka waktu yang lebih panjang, misalnya selama satu semester penuh, dengan sistem evaluasi yang mencakup penilaian individu dan pengamatan

langsung di kelas. Dengan pelaksanaan yang lebih terstruktur dan durasi yang memadai, hasil penelitian diharapkan dapat menggambarkan efektivitas buku panduan secara lebih utuh dan memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan kualitas pendidikan calon guru biologi.

#### **D. Penyebaran (*Disseminate*)**

Tahap akhir dalam penelitian pengembangan ini adalah tahap penyebaran (*disseminate*) yang bertujuan untuk memastikan hasil produk dapat digunakan secara luas oleh pengguna sasaran. Proses penyebaran dilakukan melalui pengemasan buku panduan dalam bentuk cetak dan digital agar mudah diakses oleh dosen maupun mahasiswa. Buku yang telah dikembangkan kemudian disebarluaskan sebagai bentuk difusi inovasi, sehingga dapat dipahami dan diadopsi dalam proses pembelajaran biologi, khususnya pada mata kuliah Strategi Pembelajaran Biologi. Penyebaran ini juga bertujuan untuk memperluas jangkauan penerapan hasil penelitian agar manfaatnya tidak terbatas pada lingkup institusi pengembang saja. Dengan demikian, tahap *disseminate* berperan penting dalam menjembatani hasil pengembangan menuju penerapan nyata di lingkungan akademik.

Kegiatan utama yang dilakukan meliputi distribusi buku panduan kepada dosen, mahasiswa, dan lembaga pendidikan lain yang relevan. Buku ini disampaikan secara langsung kepada para pengajar dan calon guru biologi untuk digunakan sebagai referensi tambahan dalam mengembangkan pembelajaran kontekstual berbasis SSI dan SDGs. Selain itu, buku panduan juga dipromosikan melalui kegiatan akademik seperti lokakarya, seminar, dan diskusi ilmiah di tingkat fakultas maupun universitas. Upaya ini bertujuan untuk memperkenalkan isi dan manfaat buku kepada khalayak yang lebih luas agar dapat diimplementasikan secara berkelanjutan dalam pembelajaran. Melalui strategi ini, proses penyebaran tidak hanya

berfungsi sebagai promosi produk, tetapi juga sebagai bentuk transfer pengetahuan antara pengembang dan pengguna akhir.

Selain distribusi fisik, tahap penyebaran juga mencakup publikasi ilmiah untuk memperkuat keberterimaan dan kredibilitas hasil pengembangan. Artikel ilmiah mengenai proses dan hasil pengembangan buku panduan dikirimkan ke jurnal pendidikan biologi terakreditasi sebagai bagian dari upaya diseminasi akademik. Publikasi ini berfungsi untuk memperluas akses terhadap hasil penelitian, memberikan kontribusi teoretis bagi pengembangan kurikulum berbasis SSI-SDGs, serta mendorong penelitian lanjutan di bidang serupa. Dengan demikian, kegiatan publikasi tidak hanya memvalidasi hasil penelitian, tetapi juga memperkuat posisi buku panduan sebagai sumber belajar yang ilmiah dan relevan. Upaya ini menunjukkan komitmen peneliti untuk memastikan keberlanjutan penggunaan produk secara luas di komunitas akademik.

Hasil keseluruhan penelitian menunjukkan bahwa buku panduan yang dikembangkan memiliki tingkat validitas dan kepraktisan yang tinggi, serta efektivitas yang tergolong baik dalam mendukung pembelajaran biologi. Buku ini telah divalidasi oleh ahli dan diuji coba pada mahasiswa, menghasilkan tanggapan positif baik dari sisi isi maupun kemudahan penggunaan. Meski demikian, pelaksanaan penyebaran memiliki keterbatasan karena penelitian dilakukan pada waktu yang mendekati Ujian Akhir Semester (UAS). Selain itu, dengan banyaknya hari libur akademik akibat proses akreditasi tujuh program studi di fakultas mengakibatkan waktu implementasi menjadi relatif singkat. Faktor-faktor tersebut membatasi pelaksanaan diseminasi secara menyeluruh dan perlu dioptimalkan pada penelitian lanjutan dengan rentang waktu yang lebih panjang.

Secara keseluruhan, tahap *disseminate* menjadi langkah strategis dalam memastikan bahwa hasil pengembangan buku panduan benar-benar dimanfaatkan oleh calon guru biologi abad ke-21. Buku ini diharapkan dapat menjadi referensi penting dalam pendidikan

biologi berbasis isu global dan nilai keberlanjutan. Penerapan buku panduan ini diharapkan dapat memperkuat kemampuan mahasiswa dalam berpikir kritis, kolaboratif, dan reflektif sesuai tuntutan Kurikulum Merdeka. Selain itu, proses diseminasi juga membuka peluang kerja sama antar lembaga pendidikan dalam memperluas praktik pembelajaran berbasis SSI-SDGs. Dengan demikian, tahap akhir ini tidak hanya menjadi bentuk penyebaran produk, tetapi juga tonggak penting menuju transformasi pembelajaran biologi yang lebih kontekstual dan berorientasi pada keberlanjutan.

## BAB V

### PENUTUP

#### A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa buku panduan integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan *Sustainable Development Goals* (SDGs) dalam pembelajaran Biologi melalui model pengembangan 4D terbukti valid, praktis dan efektif digunakan dalam proses pembelajaran calon guru abad ke-21. Tahap *Define* menunjukkan bahwa terdapat kebutuhan yang tinggi terhadap sumber belajar inovatif yang mampu menghubungkan konsep biologi dengan isu-isu sosial dan keberlanjutan global. Hasil analisis kebutuhan mengonfirmasi bahwa mahasiswa dan dosen masih mengalami kesulitan dalam memahami langkah-langkah konkret penerapan SSI-SDGs dalam sintaks pembelajaran Biologi, sehingga diperlukan panduan yang lebih aplikatif dan kontekstual.

Pada tahap *Design* dan *Develop*, buku panduan disusun secara sistematis berdasarkan hasil analisis konsep, tugas, dan peserta didik, serta divalidasi oleh para ahli bidang pendidikan biologi dan pembelajaran sains. Hasil validasi menunjukkan bahwa buku ini memiliki tingkat validitas yang sangat tinggi dari segi isi, penyajian, dan kebahasaan. Sementara itu, hasil uji kepraktisan menunjukkan bahwa buku ini sangat mudah digunakan oleh dosen dan mahasiswa dalam pembelajaran. Uji keefektifan juga memperlihatkan peningkatan kemampuan mahasiswa dalam merancang skenario pembelajaran berbasis SSI dan SDGs, dengan kategori efektivitas yang tergolong baik.

Tahap Disseminate dilakukan melalui penyebaran buku panduan kepada dosen dan mahasiswa, serta publikasi hasil penelitian dalam

forum ilmiah untuk memperluas jangkauan pemanfaatannya. Proses penyebaran ini menjadi langkah strategis dalam memperkenalkan model pembelajaran kontekstual berbasis SSI dan SDGs di lingkungan akademik. Meskipun pelaksanaannya memiliki keterbatasan waktu karena berdekatan dengan masa Ujian Akhir Semester (UAS) dan adanya kegiatan akreditasi di fakultas, hasil diseminasi tetap menunjukkan respons positif dan potensi penerapan yang luas di perguruan tinggi.

Secara keseluruhan, buku panduan ini diharapkan dapat berperan sebagai sumber belajar inovatif yang tidak hanya memperkaya wawasan calon guru biologi, tetapi juga mendorong transformasi pembelajaran ke arah yang lebih reflektif, kontekstual, dan berorientasi pada keberlanjutan. Penggunaan buku ini diharapkan mampu menumbuhkan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kolaborasi, komunikasi, dan kreativitas, sekaligus meningkatkan kesadaran terhadap nilai-nilai global dan tanggung jawab ekologis. Dengan demikian, pengembangan buku panduan ini memberikan kontribusi nyata bagi peningkatan mutu pendidikan biologi dan pembentukan pendidik yang adaptif terhadap tantangan zaman.

## **B. SARAN**

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

1. Mahasiswa diharapkan dapat berlatih merancang skenario pembelajaran yang mengintegrasikan isu sosio-ilmiah dan SDGs dalam konteks Biologi, guna memperkuat kemampuan berpikir kritis, kolaboratif, dan reflektif sesuai tuntutan abad ke-21.
2. Bagi dosen pengampu mata kuliah, khususnya Strategi Pembelajaran Biologi dan Perencanaan Pembelajaran Biologi, diharapkan dapat memanfaatkan buku panduan ini sebagai sumber belajar pendukung dalam perkuliahan, dengan

memperhatikan efektivitas waktu, kedalaman materi, serta keterkaitan dengan kurikulum berbasis capaian pembelajaran (OBE).

3. Bagi lembaga pendidikan, hasil pengembangan buku panduan ini dapat dijadikan sebagai bahan referensi dalam peningkatan mutu pembelajaran Biologi dan penguatan program literasi sains serta pendidikan berkelanjutan (*education for sustainable development*).
4. Bagi peneliti selanjutnya, disarankan untuk melakukan penelitian lanjutan yang menguji implementasi buku panduan ini secara menyeluruh selama satu semester untuk memperoleh gambaran yang lebih komprehensif mengenai efektivitasnya terhadap peningkatan kompetensi calon guru Biologi.
5. Peneliti selanjutnya juga disarankan agar mengembangkan media pembelajaran digital atau interaktif berbasis integrasi SSI dan SDGs, misalnya dalam bentuk e-book interaktif, modul berbasis project-based learning (PjBL), atau learning management system (LMS). Penelitian berikut juga dapat memperluas fokus dengan mengkaji dampak integrasi SSI dan SDGs terhadap pembentukan karakter ekopedagogik dan kesadaran global calon guru.



## DAFTAR PUSTAKA

- Adlini, M. N., Jayanti, U. N. A. D., & Wiryawan, Y. N. R. (2024). Designing educational resources of the 21st-century skills instructional models and socio-scientific issues integration. *Research and Development in Education (RaDEn)*, 4(2), 1123–1141. <https://doi.org/10.22219/raden.v4i2.36596>
- Bayram-Jacobs, D., Henze, I., Evagorou, M., Shwartz, Y., Aschim, E. L., Alcaraz-Dominguez, S., Barajas, M., & Dagan, E. (2019). Science teachers' pedagogical content knowledge development during enactment of socioscientific curriculum materials. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(9), 1207–1233. <https://doi.org/10.1002/tea.21550>
- Cantó, J., Ull, M. À., Calero, M., Pina, T., Mayoral, O., & Vilches, A. (2025). The 2030 Agenda and the SDGs in Initial Teacher Training: An Analysis of Teaching Guides. *Sustainability*, 17(11), 4909. <https://doi.org/10.3390/su17114909>
- Faisal, & Martin, S. N. (2022). Exploring Indonesian biology teachers' perceptions and attitudes towards Socio-Scientific Issues-Based instruction. *Asia-Pacific Science Education*, 8(1), 256–291. <https://doi.org/10.1163/23641177-bja10042>
- Faizah, U., Susantini, E., Sri Prastiwi, M., Raharjo, R., Indana, S., Kuswanti, N., & Ali, M. (2024). Profile of potential prospective biology teachers designing SDGs-Based Teaching Modules on learning planning courses to realize quality education. *E3S Web of Conferences*, 568, 04025. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202456804025>
- Ferrer-Estévez, M., & Chalmeta, R. (2021). Integrating Sustainable Development Goals in educational institutions. *The International Journal of Management Education*, 19(2), 100494. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2021.100494>
- Harefa, Y. F. (2025). Analisis kesulitan guru dan peserta didik dalam implementasi Kurikulum Merdeka pada Mata Pelajaran Biologi di SMA Negeri 1 Lahewa. *EDUCATIONAL: Jurnal Inovasi*

- Pendidikan & Pengajaran*, 5(1), 29–36.  
<https://doi.org/10.51878/educational.v5i1.4441>
- Herlinawati, H., Marwa, M., Ismail, N., Junaidi, Liza, L. O., & Situmorang, D. D. B. (2024). The integration of 21st century skills in the curriculum of education. *Heliyon*, 10(15), e35148.  
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e35148>
- Hernández-Ramos, J., Perna, J., Cáceres-Jensen, L., & Rodríguez-Becerra, J. (2021). The Effects of Using Socio-Scientific Issues and Technology in Problem-Based Learning: A Systematic Review. *Education Sciences*, 11(10), 640.  
<https://doi.org/10.3390/educsci11100640>
- Hou, X., Ma, Y., Wu, Y., & Wang, W. (2020). Implementing green education of urban families: An action research project in Beijing, China. *Action Research*, 18(1), 19–47.  
<https://doi.org/10.1177/1476750319889385>
- Jayanti, U. N. A. D., Adlini, M. N., & Wiryawan, Y. N. R. (2024). Pre-service biology teachers' knowledge of the 21st-century skills and its associated instructional models: The Indonesian context. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 10(3), 819–829.  
<https://doi.org/10.22219/jpbi.v10i3.36582>
- Kasap, M. Y., Acar, B., & Kasap, S. (2024). A Qualitative Content Analysis to Investigate 21st Century Skills in Learning Outcomes of High School Biology Course Curriculum. *Journal of Educational and Social Research*, 14(2), 171.  
<https://doi.org/10.36941/jesr-2024-0034>
- Putra, S., Fauzi, F., & Rosyadah, M. (2025). Tantangan guru dalam mengadaptasi kurikulum yang terus menerus berubah di Indonesia. *MANAJERIAL: Jurnal Inovasi Manajemen dan Supervisi Pendidikan*, 5(1), 66–75.  
<https://doi.org/10.51878/manajerial.v5i1.4753>
- Riduwan, & Akdon. (2010). *Rumus dan Data dalam Analisis Statistika*. Alfabeta.
- Rifa'i, R. M., & Subiantoro, A. W. (2022). Kelayakan web pembelajaran biologi berbasis socio-scientific issues topik sistem pernapasan untuk pengembangan literasi kesehatan siswa. *Didaktika Biologi: Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi*, 6(1), 31.  
<https://doi.org/10.32502/dikbio.v6i1.3690>

- Sadler, T. D., Klosterman, M. L., & Topcu, M. S. (2011). Learning science content and Socio-scientific reasoning through classroom explorations of global climate change. Dalam T. D. Sadler (Ed.), *Socio-scientific Issues in the Classroom* (Vol. 39, hlm. 45-77). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-1159-4\\_4](https://doi.org/10.1007/978-94-007-1159-4_4)
- Sadler, T. D., Romine, W. L., & Topçu, M. S. (2016). Learning science content through socio-scientific issues-based instruction: A multi-level assessment study. *International Journal of Science Education*, 38(10), 1622-1635. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1204481>
- Stouthart, T., Bayram, D., & Van Der Veen, J. (2023). Capturing Pedagogical Design Capacity of STEM Teacher Candidates: Education for Sustainable Development through Socioscientific Issues. *Sustainability*, 15(14), 11055. <https://doi.org/10.3390/su151411055>
- Widad, S., Rahayu, S., & Munzil, M. (2025). Persepsi guru kimia di Kalimantan Barat terhadap Penggunaan socio scientific issues (SSI) dalam pembelajaran kimia. *Jurnal Visi Ilmu Pendidikan*, 16(3), 419-430. <https://doi.org/10.26418/jvip.v16i3.74535>
- Yi Hu, Minmin Wang, Liuqing Ren, & Ye Chen. (2025). Innovation and assessment system for the development of biology teaching content aligned with Sustainable Development Goals. *Frontiers in Interdisciplinary Educational Methodology*, 2(1), 1-16. <https://doi.org/10.71465/w7gq9391>
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357-377. <https://doi.org/10.1002/sce.20048>

# LAMPIRAN

# Analisis Kebutuhan: Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21

Assalamualaikum wr.wb Bapak/Ibu Dosen dan Mahasiswa Tadris Biologi 🙏🏻

Formulir ini bertujuan untuk mengumpulkan data kebutuhan terkait pengembangan **buku panduan integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs** dalam pembelajaran biologi. Hasil angket ini akan menjadi bahan penyusunan panduan yang relevan untuk mendukung kompetensi calon guru abad ke-21.

Jawaban Anda sangat berarti, mohon diisi dengan jujur dan lengkap.

Terima kasih 🙏🏻

*\* Menunjukkan pertanyaan yang wajib diisi*

1. Email \*

2. Nama \*

3. Jenis Kelamin \*

*Tandai satu oval saja.*

- ☐ Laki-laki
- ☐ Perempuan

4. Status \*

*Tandai satu oval saja.*

- ☐ Dosen
- ☐ Mahasiswa

5. Semester (bagi mahasiswa)

*Tandai satu oval saja.*

☐ 5

☐ 7

*Langsung ke pertanyaan 6*

**Pemahaman Konsep**

Beri tanda sesuai tingkat kesetujuan Anda.

(Sangat Setuju / Setuju / Kurang Setuju / Tidak Setuju / Sangat Tidak Setuju)

6. Saya memahami apa yang dimaksud dengan *Isu Sosio-Ilmiah (SSI)*. \*

*Tandai satu oval saja.*

☐ Sangat Setuju

☐ Setuju

☐ Kurang Setuju

☐ Tidak Setuju

☐ Sangat Tidak Setuju

7. Saya mengetahui apa yang dimaksud dengan *Sustainable Development Goals (SDGs)*. \*

*Tandai satu oval saja.*

☐ Sangat Setuju

☐ Setuju

☐ Kurang Setuju

☐ Tidak Setuju

☐ Sangat Tidak Setuju

8. Saya mengetahui pentingnya integrasi SSI dan SDGs dalam pembelajaran biologi. \*

*Tandai satu oval saja.*

☐ Sangat Setuju

☐ Setuju

☐ Kurang Setuju

☐ Tidak Setuju

☐ Sangat Tidak Setuju

## Pengalaman Integrasi

9. Saya pernah mengintegrasikan isu sosio-ilmiah dalam pembelajaran/tugas biologi. \*

*Tandai satu oval saja.*

- ☐ Ya  
☐ Tidak

10. Saya pernah mengaitkan topik biologi dengan salah satu tujuan SDGs \*

*Tandai satu oval saja.*

- ☐ Ya  
☐ Tidak

11. Kendala yang saya hadapi dalam mengintegrasikan SSI/SDGs adalah: \*

*Centang semua yang sesuai.*

- ☐ Kurangnya referensi  
☐ Keterbatasan waktu  
☐ Belum paham konsep  
☐ Yang lain: \_\_\_\_\_

## Kebutuhan Konten Buku Panduan

12. Menurut Anda, topik yang perlu dimasukkan dalam buku panduan adalah: \*

*Centang semua yang sesuai.*

- ☐ Genetika & isu bioetika  
☐ Bioteknologi & dampak sosial  
☐ Ekologi & perubahan iklim  
☐ Kesehatan & gaya hidup  
☐ Teknologi pangan & keamanan pangan  
☐ Yang lain: \_\_\_\_\_

13. Jenis contoh pembelajaran yang Anda harapkan: \*

*Centang semua yang sesuai.*

- ☐ Studi kasus
- ☐ Diskusi kelas
- ☐ Project-based learning
- ☐ LKPD
- ☐ Integrasi Media digital
- ☐ Yang lain: \_\_\_\_\_

*Langsung ke pertanyaan 14*

Format Buku Panduan

14. Format buku panduan yang paling sesuai menurut Anda: \*

*Centang semua yang sesuai.*

- ☐ Cetak
- ☐ E-book
- ☐ Modul Interaktif
- ☐ Dilengkapi dengan infografis
- ☐ Video Pendukung

*Langsung ke pertanyaan 15*

Manfaat dan Harapan

15. Buku panduan ini akan membantu saya dalam: \*

*Centang semua yang sesuai.*

- ☐ Meningkatkan kemampuan berpikir kritis
- ☐ Meningkatkan keterampilan kolaborasi
- ☐ Memudahkan integrasi SSI-SDGs dalam kurikulum
- ☐ Menambah variasi strategi mengajar

16. Harapan/saran Anda terhadap pengembangan buku panduan ini: \*

\_\_\_\_\_

Konten ini tidak dibuat atau didukung oleh Google.

Google Formulir



# SDGs Literacy 2025

Assalamualaikum wr.wb.

Sehubungan dengan penelitian Program Studi Tadris Biologi FITK UINSU terkait pengembangan buku panduan integrasi SSI dan SDGs pada pembelajaran biologi bagi mahasiswa calon guru, maka kami perlu mengukur literasi berkelanjutan mahasiswa calon guru untuk mengetahui sejauh mana pengetahuan mahasiswa calon guru biologi berkaitan dengan SDGs sebagai dasar pengembangan buku panduan tersebut.

Mohon Saudara/i dapat meluangkan waktu mengisi angket berikut. Agar angket ini dapat mengukur secara valid terkait literasi berkelanjutan Saudara/i, mohon mengisi angket berikut dengan jujur dan tidak melihat sumber-sumber yang berkaitan dengan SDGs.

Atas waktu yang Saudara/i berikan, kami mengucapkan terimakasih.

Peneliti,  
Umami Nur Afinni Dwi Jayanti, M.Pd  
Kartika Manalu, M.Pd

*\* Menunjukkan pertanyaan yang wajib diisi*

1. Nama Lengkap \*

2. Kota Domisili \*

3. Tempat Tanggal Lahir \*

*Contoh: 7 Januari 2019*

## PILIHAN GANDA.

4. Apa kepanjangan dari SDGs? \*

1 poin

*Tandai satu oval saja.*

- ☐ A. Sustainable Development Guidelines
- ☐ B. Social Development Goals
- ☐ C. Sustainable Development Goals
- ☐ D. Social Democratic Goals

5. **Berapa jumlah tujuan (goals) dalam SDGs? \***

1 poin

*Tandai satu oval saja.*

- ☐ A. 10
- ☐ B. 12
- ☐ C. 17
- ☐ D. 20

6. **Siapakah yang menginisiasi SDGs? \***

1 poin

*Tandai satu oval saja.*

- ☐ A. Bank Dunia
- ☐ B. UNESCO
- ☐ C. Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB)
- ☐ D. ASEAN

7. **Apa fokus dari Tujuan 12: Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab?**

\* 1 poin

*Tandai satu oval saja.*

- ☐ A. Meningkatkan pertumbuhan ekonomi melalui industrialisasi besar-besaran
- ☐ B. Menjamin pola konsumsi dan produksi yang berkelanjutan
- ☐ C. Mengembangkan infrastruktur transportasi antarnegara
- ☐ D. Meningkatkan kerja sama militer untuk keamanan global

8. **Apa tujuan utama dari Tujuan 2: Tanpa Kelaparan? \***

1 poin

*Tandai satu oval saja.*

- ☐ A. Mencapai kesetaraan gender
- ☐ B. Menjamin energi berkelanjutan
- ☐ C. Mencapai ketahanan pangan dan mempromosikan pertanian berkelanjutan
- ☐ D. Menjamin pendidikan berkualitas untuk semua

9. Tujuan mana yang bertujuan untuk melindungi dan menggunakan ekosistem daratan secara berkelanjutan? \* 1 poin

*Tandai satu oval saja.*

- ☐ A. Tujuan 9: Industri, Inovasi, dan Infrastruktur
- ☐ B. Tujuan 15: Kehidupan di Darat
- ☐ C. Tujuan 8: Pekerjaan Layak dan Pertumbuhan Ekonomi
- ☐ D. Tujuan 6: Air Bersih dan Sanitasi

10. Apa yang ingin diperkuat oleh Tujuan 17: Kemitraan untuk Mencapai Tujuan? \* 1 poin

*Tandai satu oval saja.*

- ☐ A. Sarana pelaksanaan dan kemitraan global untuk pembangunan berkelanjutan
- ☐ B. Kesetaraan gender dan pemberdayaan perempuan dan anak perempuan
- ☐ C. Akses terhadap pendidikan berkualitas
- ☐ D. Industrialisasi yang inklusif dan berkelanjutan

11. Target akhir pencapaian SDGs adalah tahun... \* 1 poin

*Tandai satu oval saja.*

- ☐ A. 2025
- ☐ B. 2030
- ☐ C. 2040
- ☐ D. 2050

12. SDGs ditetapkan oleh PBB pada tahun... \* 1 poin

*Tandai satu oval saja.*

- ☐ A. 2000
- ☐ B. 2010
- ☐ C. 2015
- ☐ D. 2020

13.   SDGs menggantikan program sebelumnya, yaitu... \*

1 poin

Tandai satu oval saja.

- ☐ A. MDGs (Millennium Development Goals)
- ☐ B. Paris Agreement
- ☐ C. Kyoto Protocol
- ☐ D. ASEAN Vision 2025

Perhatikan gambar berikut tentang **Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs)**.  
Setiap tujuan saling terkait untuk mewujudkan kehidupan yang adil, sejahtera, dan berkelanjutan bagi semua orang



14.   Di sebuah desa, banyak keluarga yang kehilangan pekerjaan akibat pandemi. Pemerintah memberikan program bantuan tunai agar masyarakat tetap bisa memenuhi kebutuhan pokoknya. \*

1 poin

Program tersebut paling sesuai dengan SDG nomor...

Tandai satu oval saja.

- ☐ A. 1 – Tanpa Kemiskinan
- ☐ B. 2 – Tanpa Kelaparan
- ☐ C. 3 – Kehidupan Sehat dan Sejahtera
- ☐ D. 8 – Pekerjaan Layak dan Pertumbuhan Ekonomi

15. Di sekolah, guru memberi siswa tugas untuk membuat kebun sayur hidroponik agar hasilnya bisa dimakan bersama. Praktik ini mendukung pencapaian SDG... \* 1 poin
- Tandai satu oval saja.*
- ☐ A. 2 – Tanpa Kelaparan
  - ☐ B. 6 – Air Bersih dan Sanitasi
  - ☐ C. 9 – Industri, Inovasi, Infrastruktur
  - ☐ D. 15 – Ekosistem Darat
16. Tingginya angka kematian bayi di suatu daerah disebabkan rendahnya akses terhadap layanan kesehatan. Pemerintah membangun puskesmas baru lengkap dengan tenaga medis. Hal ini mendukung SDG... \* 1 poin
- Tandai satu oval saja.*
- ☐ A. 1
  - ☐ B. 2
  - ☐ C. 3
  - ☐ D. 4
17. Sebuah sekolah di pelosok daerah mendapat bantuan fasilitas TIK agar siswanya dapat belajar daring dan mengakses informasi global. Program ini sejalan dengan SDG... \* 1 poin
- Tandai satu oval saja.*
- ☐ A. 4 – Pendidikan Berkualitas
  - ☐ B. 7 – Energi Bersih
  - ☐ C. 10 – Mengurangi Ketidaksetaraan
  - ☐ D. 16 – Perdamaian dan Keadilan
18. Sebuah desa masih membuang limbah rumah tangga ke sungai sehingga menimbulkan penyakit diare. Upaya apa yang mendukung SDG 6? \* 1 poin
- Tandai satu oval saja.*
- ☐ A. Mengembangkan pasar digital
  - ☐ B. Membuka lahan sawah baru
  - ☐ C. Menyediakan subsidi beras
  - ☐ D. Membuat program sanitasi dan akses toilet sehat

19. Seorang siswa menulis artikel tentang pentingnya perempuan mendapatkan pendidikan setara dengan laki-laki agar bisa berkarier di bidang sains. Artikel tersebut mendukung SDG... \* 1 poin

*Tandai satu oval saja.*

- ☐ A. 3
- ☐ B. 4
- ☐ C. 5
- ☐ D. 8

20. Banyak negara berkolaborasi untuk mengatasi pandemi Covid-19 melalui distribusi vaksin dan obat. Hal ini mencerminkan pentingnya... \* 1 poin

*Tandai satu oval saja.*

- ☐ A. SDG 9
- ☐ B. SDG 12
- ☐ C. SDG 16
- ☐ D. SDG 17

21. Seorang guru mengaitkan **SDG 4 – Pendidikan Berkualitas** dengan **SDG 8 – Pekerjaan Layak dan Pertumbuhan Ekonomi**. Hubungan paling logis dari kedua tujuan tersebut adalah... \* 1 poin

*Tandai satu oval saja.*

- ☐ A. Pendidikan rendah akan meningkatkan konsumsi energi fosil
- ☐ B. Pendidikan tinggi membuka kesempatan kerja lebih luas
- ☐ C. Pendidikan tinggi menyebabkan kerusakan ekosistem laut
- ☐ D. Pendidikan rendah meningkatkan angka deforestasi

BENAR SALAH

Tandai satu oval saja per baris.

	BENAR	SALAH
1 Sistem ekonomi hanya mengatur jual beli barang dan jasa, tanpa ada pengaruh terhadap lingkungan.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
2 Kesenjangan gender termasuk bagian penting dalam membangun ekonomi yang adil.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
3 Jika semua orang memiliki empati dan mau bekerja sama, masalah ekonomi bisa lebih mudah diatasi.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
4 Membentuk kelompok atau jaringan kerja sama dapat membantu mengubah sistem menjadi lebih baik.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
5 Prinsip “perlakukan orang lain seperti kamu ingin diperlakukan” termasuk aturan yang penting dalam kegiatan ekonomi.		

---

5 Prinsip  
“perlakukan  
orang lain  
seperti kamu  
ingin  
diperlakukan”  
termasuk  
aturan yang  
penting  
dalam  
kegiatan  
ekonomi.

---





Tandai satu oval saja per baris.

	BENAR	SALAH
6. Jumlah penduduk, tingkat pendidikan, dan ketimpangan adalah hal yang dipelajari dalam masalah sosial.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
7. Aturan dan sistem di masyarakat tidak mempengaruhi kehidupan sosial kita.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
8. Pendidikan dan budaya dapat membantu membangun masyarakat yang lebih baik.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
9. Kita bisa belajar dari kegagalan orang lain untuk membuat ide yang lebih baik.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
10. Perubahan di masyarakat hanya bisa dilakukan oleh orang terkenal atau pejabat, bukan oleh pelajar.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Tandai satu oval saja per baris.

	BENAR	SALAH
11. Menjaga lingkungan itu penting karena kita semua bergantung pada alam.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
12. Perubahan besar di lingkungan hanya bisa dilakukan pemerintah, bukan oleh masyarakat.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
13. “Jejak Ekologis” adalah cara menghitung seberapa besar pengaruh manusia terhadap alam.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
14. Menyadari bahwa kita punya pengaruh terhadap alam adalah langkah awal untuk menjaga lingkungan.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
15. Pandangan holistik melihat alam sebagai satu kesatuan, sedangkan pandangan mekanistik memandangnya sebagai bagian-bagian yang terpisah.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

KONSEP INTEGRASI

Tandai satu oval saja per baris.

	Benar	Salah
16 Jika sampah menumpuk di sekolah, hal itu hanya berdampak pada pemandangan, bukan pada kesehatan siswa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
17 Sebuah rencana pengelolaan sampah di sekolah akan lebih efektif jika melibatkan pembagian tugas dan jadwal kerja yang jelas.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
18 Menjaga kebersihan sekolah adalah tanggung jawab petugas kebersihan, bukan siswa.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
19 Mengubah sisa makanan kantin menjadi kompos adalah contoh solusi kreatif pengelolaan sampah organik.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
20 Siswa tidak memiliki pengaruh besar terhadap kondisi lingkungan sekolah.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
21 Pengetahuan sains, seperti proses daur	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

ulang, dapat diterapkan untuk mengurangi pencemaran di lingkungan sekolah.

---

22 Inisiatif kecil, seperti menutup keran setelah digunakan, tidak berpengaruh pada pelestarian sumber daya air.

☐☐

---

23 Menjaga sumber daya alam sekarang berarti membantu generasi mendatang memiliki kehidupan yang layak.

☐☐

---

Konten ini tidak dibuat atau didukung oleh Google.

Google

**LEMBAR VALIDASI**  
**AHLI PEMBELAJARAN BIOLOGI**

Judul penelitian : Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan  
SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21

Peneliti : Ummi Nur Afinni Dwi Jayanti, M.Pd.  
Kartika Manalu, M.Pd.

Instansi : UIN Sumatera Utara Medan

**A. Pengantar**

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21, maka melalui instrumen ini Bapak/Ibu kami mohon untuk memberikan penilaian terhadap buku yang telah dibuat tersebut. Penilaian dari Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi dan masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas buku ini sehingga dapat diketahui layak atau tidak buku tersebut digunakan sebagai referensi bagi mahasiswa calon guru maupun pendidik secara luas.

**B. Identitas Validator**

Sebelum melakukan penilaian, Bapak/Ibu kami mohon mengisi identitas diri secara lengkap terlebih dahulu.

Nama : .....  
NIP : .....  
Instansi : .....

**C. Petunjuk Penilaian**

Bapak/ Ibu kami mohon memberikan tanda checklist (√) pada kolom yang sesuai pada setiap butir penilaian dengan keterangan sebagai berikut:

Skor 4: Sangat Baik

Skor 1: Sangat Kurang

Skor 3: Baik

Skor 2: Kurang

#### D. Lembar Penilaian

No	Kriteria	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Skala Penilaian			
				1	2	3	4
1	Aspek Kelayakan Isi Pembelajaran Biologi	A. Kesesuaian isi dengan capaian pembelajaran dan kompetensi calon guru biologi	1. Materi sesuai dengan kurikulum Pendidikan Biologi				
			2. Keterkaitan antara konsep biologi dengan SSI dan SDGs dengan jelas				
		B. Keakuratan materi	3. Keakuratan konsep dan definisi				
			4. Keakuratan fakta dan data				
			5. Keakuratan contoh dan kasus				
			6. Keakuratan gambar dan ilustrasi				
			7. Keakuratan sintaks model-model pembelajaran				
		C. Kemutakhiran materi	8. Gambar dan ilustrasi yang digunakan mutakhir sesuai dengan perkembangan IPTEK				
			9. Menggunakan contoh dan kasus yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari				
		D. Mendorong keingintahuan	10. Mendorong rasa ingin tahu				
			11. Menciptakan kemampuan bertanya				
		E. Relevansi dengan konteks keilmuan dan pembelajaran	12. Materi dapat diaplikasikan dalam konteks pembelajaran biologi di sekolah				
			13. Isi mendukung pengembangan berpikir kritis dan reflektif calon guru				

No	Kriteria	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Skala Penilaian			
				1	2	3	4
2	Aspek Kesesuaian Pendekatan Pembelajaran	F. Ketepatan pendekatan pedagogis	14. Strategi pembelajaran yang digunakan sesuai dengan prinsip pedagogi abad ke-21				
			15. Buku mendukung penerapan <i>student-centered learning</i>				
3	Aspek Keterbacaan dan Kemenarikan Penyajian	G. Kejelasan bahasa dan visual	16. Bahasa mudah dipahami dan sesuai dengan tingkat kemampuan mahasiswa				
			17. Penyajian sistematis dan logis				
			18. Ilustrasi, tabel, dan grafik mendukung pemahaman konsep				
4	Aspek Kebermanfaatan Buku	H. Potensi penggunaan buku dalam pembelajaran biologi	19. Buku dapat menjadi referensi bagi mahasiswa calon guru/guru				
			20. Buku mendukung peningkatan literasi sains, literasi keberlanjutan dan kesadaran global mahasiswa				

### E. Saran

Bapak/Ibu dimohon memberikan saran terhadap Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21 ini.

Beberapa saran dari segi penulisan dan segi estetika sebuah buku telah saya sampaikan langsung pada buku bagian mana saja yang harus menjadi sedikit perhatian. Sedangkan dari segi pembahasan materi dan isi materi sudah sangat lengkap serta jelas, sehingga menurut saya buku ini layak digunakan tanpa revisi untuk pembelajaran bagi calon guru maupun bagi guru.

## F. Kesimpulan

**Bapak/Ibu dimohon memberikan tanda *checklist* (✓) untuk memberikan kesimpulan terhadap Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21 ini.**

- ☐ Buku dapat digunakan tanpa revisi
- ☐ Buku dapat digunakan dengan revisi
- ☐ Buku belum dapat digunakan

....., .....

Validator Ahli Pembelajaran Biologi

\_\_\_\_\_  
NIP. ....



**LEMBAR VALIDASI**  
**AHLI ISU SOSIO-SAINTIFIK**

Judul penelitian : Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan  
SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21

Peneliti : Ummi Nur Afinni Dwi Jayanti, M.Pd.  
Kartika Manalu, M.Pd.

Instansi : UIN Sumatera Utara Medan

**A. Pengantar**

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21, maka melalui instrumen ini Bapak/Ibu kami mohon untuk memberikan penilaian terhadap buku yang telah dibuat tersebut. Penilaian dari Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi dan masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas buku ini sehingga bisa diketahui layak atau tidak buku tersebut digunakan dalam pembelajaran biologi.

**B. Identitas Validator**

Sebelum melakukan penilaian, Bapak/Ibu kami mohon mengisi identitas diri secara lengkap terlebih dahulu.

Nama : .....

NIP : .....

Instansi : .....

**C. Petunjuk Penilaian**

Bapak/ Ibu kami mohon memberikan tanda checklist (√) pada kolom yang sesuai pada setiap butir penilaian dengan keterangan sebagai berikut:

Skor 4: Sangat Baik

Skor 3: Baik

Skor 2: Kurang

Skor 1: Sangat Kurang

#### D. Lembar Penilaian

No	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
1	Materi	1. Keakuratan materi				
		2. Kemutakhiran materi				
2	Kesesuaian Isu Sosio-Saintifik	3. Kesesuaian isu sosio-saintifik (SSI)				
		4. Kesesuaian isu SSI dengan materi biologi yang dijabarkan				
		5. Keterkaitan model pembelajaran dengan isu sosio-saintifik				
		6. Kesesuaian integrasi SSI dalam perangkat pembelajaran				

#### E. Saran

Bapak/Ibu dimohon memberikan saran terhadap Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21 ini.

Secara umum, buku panduan yang dikembangkan sudah sangat baik dan layak dijadikan referensi bagi guru maupun calon guru biologi dalam mengintegrasikan isu-isu sosio-ilmiah (SSI) dan SDGs ke dalam pembelajaran biologi abad ke-21. Materi cukup lengkap disertai panduan pemilihan isu SSI, conoh RPP dan contoh LKPD. Hanya saja perlu elaborasi lebih dalam terkait dengan pemetaan capaian pembelajaran pada kurikulum Merdeka.

#### F. Kesimpulan

Bapak/Ibu dimohon memberikan tanda *checklist* (✓) untuk memberikan kesimpulan terhadap Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21 ini.

- ☐ Buku dapat digunakan tanpa revisi
- ☐ Buku dapat digunakan dengan revisi
- ☐ Buku belum dapat digunakan

.....  
Validator Ahli Isu Sosio-Saintifik

\_\_\_\_\_  
NIP. ....

**LEMBAR VALIDASI**  
**AHLI SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS (SDGs)**

Judul penelitian : Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan  
SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21

Peneliti : Ummi Nur Afinni Dwi Jayanti, M.Pd.  
Kartika Manalu, M. Pd

Instansi : UIN Sumatera Utara Medan

**A. Pengantar**

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21, maka melalui instrumen ini Bapak/Ibu kami mohon untuk memberikan penilaian terhadap buku yang telah dibuat tersebut. Penilaian dari Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi dan masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas buku ini sehingga bisa diketahui layak atau tidak buku tersebut digunakan dalam pembelajaran biologi.

**B. Identitas Validator**

Sebelum melakukan penilaian, Bapak/Ibu kami mohon mengisi identitas diri secara lengkap terlebih dahulu.

Nama : .....

NIP : .....

Instansi : .....

**C. Petunjuk Penilaian**

Bapak/ Ibu kami mohon memberikan tanda checklist (√) pada kolom yang sesuai pada setiap butir penilaian dengan keterangan sebagai berikut:

Skor 4: Sangat Baik

Skor 1: Sangat Kurang

Skor 3: Baik

Skor 2: Kurang

#### D. Lembar Penilaian

No	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
1	Materi	1. Keakuratan materi				
		2. Kemutakhiran materi				
2	Kesesuaian Aspek <i>Sustainable Development Goals</i> (SDGs)	3. Kesesuaian aspek <i>Sustainable Development Goals</i> (SDGs)				
		4. Keterkaitan aspek <i>Sustainable Development Goals</i> (SDGs) dengan materi biologi yang dijabarkan				
		5. Keterkaitan model pembelajaran dengan <i>Sustainable Development Goals</i> (SDGs)				
		6. Keterkaitan integrasi aspek SDGs dalam perangkat pembelajaran				

#### E. Saran

Bapak/Ibu dimohon memberikan saran terhadap Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21 ini.

.....

.....

.....

.....

#### F. Kesimpulan

Bapak/Ibu dimohon memberikan tanda *checklist* (✓) untuk memberikan kesimpulan terhadap Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21 ini.

- ☐ Buku dapat digunakan tanpa revisi
- ☐ Buku dapat digunakan dengan revisi
- ☐ Buku belum dapat digunakan

....., .....2025  
Validator Ahli SDGs

\_\_\_\_\_  
NIP.

**LEMBAR VALIDASI**  
**AHLI PEMBELAJARAN BIOLOGI**

Judul penelitian : Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan  
SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21

Peneliti : Ummi Nur Afinni Dwi Jayanti, M.Pd.  
Kartika Manalu, M.Pd.

Instansi : UIN Sumatera Utara Medan

**A. Pengantar**

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21, maka melalui instrumen ini Bapak/Ibu kami mohon untuk memberikan penilaian terhadap buku yang telah dibuat tersebut. Penilaian dari Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi dan masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas buku ini sehingga dapat diketahui layak atau tidak buku tersebut digunakan sebagai referensi bagi mahasiswa calon guru maupun pendidik secara luas.

**B. Identitas Validator**

Sebelum melakukan penilaian, Bapak/Ibu kami mohon mengisi identitas diri secara lengkap terlebih dahulu.

Nama : Yossie Ulfa Nuzalifa, S.Pd., M.Pd.  
NIP : 199311182023212038  
Instansi : Universitas Negeri Medan

**C. Petunjuk Penilaian**

Bapak/ Ibu kami mohon memberikan tanda checklist (√) pada kolom yang sesuai pada setiap butir penilaian dengan keterangan sebagai berikut:

Skor 4: Sangat Baik

Skor 1: Sangat Kurang

Skor 3: Baik

Skor 2: Kurang

#### D. Lembar Penilaian

No	Kriteria	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Skala Penilaian			
				1	2	3	4
1	Aspek Kelayakan Isi Pembelajaran Biologi	A. Kesesuaian isi dengan capaian pembelajaran dan kompetensi calon guru biologi	1. Materi sesuai dengan kurikulum Pendidikan Biologi				√
			2. Keterkaitan antara konsep biologi dengan SSI dan SDGs dengan jelas				√
		B. Keakuratan materi	3. Keakuratan konsep dan definisi			√	
			4. Keakuratan fakta dan data				√
			5. Keakuratan contoh dan kasus			√	
			6. Keakuratan gambar dan ilustrasi				√
			7. Keakuratan sintaks model-model pembelajaran				√
		C. Kemutakhiran materi	8. Gambar dan ilustrasi yang digunakan mutakhir sesuai dengan perkembangan IPTEK				√
			9. Menggunakan contoh dan kasus yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari				√
		D. Mendorong keingintahuan	10. Mendorong rasa ingin tahu			√	
			11. Menciptakan kemampuan bertanya			√	
		E. Relevansi dengan konteks keilmuan dan pembelajaran	12. Materi dapat diaplikasikan dalam konteks pembelajaran biologi di sekolah				√
			13. Isi mendukung pengembangan berpikir kritis dan reflektif calon guru				√

No	Kriteria	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Skala Penilaian			
				1	2	3	4
2	Aspek Kesesuaian Pendekatan Pembelajaran	F. Ketepatan pendekatan pedagogis	14. Strategi pembelajaran yang digunakan sesuai dengan prinsip pedagogi abad ke-21			√	
			15. Buku mendukung penerapan <i>student-centered learning</i>				√
3	Aspek Keterbacaan dan Kemenarikan Penyajian	G. Kejelasan bahasa dan visual	16. Bahasa mudah dipahami dan sesuai dengan tingkat kemampuan mahasiswa				√
			17. Penyajian sistematis dan logis				√
			18. Ilustrasi, tabel, dan grafik mendukung pemahaman konsep			√	
4	Aspek Kebermanfaatan Buku	H. Potensi penggunaan buku dalam pembelajaran biologi	19. Buku dapat menjadi referensi bagi mahasiswa calon guru/guru				√
			20. Buku mendukung peningkatan literasi sains, literasi keberlanjutan dan kesadaran global mahasiswa				√

### E. Saran

Bapak/Ibu dimohon memberikan saran terhadap Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21 ini.

Beberapa saran dari segi penulisan dan segi estetika sebuah buku telah saya sampaikan langsung pada buku bagian mana saja yang harus menjadi sedikit perhatian. Sedangkan dari segi pembahasan materi dan isi materi sudah sangat lengkap serta jelas, sehingga menurut saya buku ini layak digunakan tanpa revisi untuk pembelajaran bagi calon guru maupun bagi guru.

## F. Kesimpulan

**Bapak/Ibu dimohon memberikan tanda *checklist* (✓) untuk memberikan kesimpulan terhadap Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21 ini.**

- ☒ Buku dapat digunakan tanpa revisi
- ☐ Buku dapat digunakan dengan revisi
- ☐ Buku belum dapat digunakan

Medan, 20 Oktober 2025

Validator Ahli Pembelajaran Biologi



Yossie Ulfa Nuzalifa, S.Pd., M.P.d

---

NIP. 199311182023212038



**LEMBAR VALIDASI**  
**AHLI ISU SOSIO-SAINTIFIK**

Judul penelitian : Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan  
SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21

Peneliti : Ummi Nur Afinni Dwi Jayanti, M.Pd.  
Kartika Manalu, M.Pd.

Instansi : UIN Sumatera Utara Medan

**A. Pengantar**

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21, maka melalui instrumen ini Bapak/Ibu kami mohon untuk memberikan penilaian terhadap buku yang telah dibuat tersebut. Penilaian dari Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi dan masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas buku ini sehingga bisa diketahui layak atau tidak buku tersebut digunakan dalam pembelajaran biologi.

**B. Identitas Validator**

Sebelum melakukan penilaian, Bapak/Ibu kami mohon mengisi identitas diri secara lengkap terlebih dahulu.

Nama : Amining Rahmasiwi, M.Pd.  
NIP : 199304292019032019  
Instansi : UIN Raden Mas Said Surakarta

**C. Petunjuk Penilaian**

Bapak/ Ibu kami mohon memberikan tanda checklist (√) pada kolom yang sesuai pada setiap butir penilaian dengan keterangan sebagai berikut:

Skor 4: Sangat Baik

Skor 3: Baik

Skor 2: Kurang

Skor 1: Sangat Kurang

#### D. Lembar Penilaian

No	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
1	Materi	1. Keakuratan materi			√	
		2. Kemutakhiran materi				√
2	Kesesuaian Isu Sosio-Saintifik	3. Kesesuaian isu sosio-saintifik (SSI)				√
		4. Kesesuaian isu SSI dengan materi biologi yang dijabarkan				√
		5. Keterkaitan model pembelajaran dengan isu sosio-saintifik				√
		6. Kesesuaian integrasi SSI dalam perangkat pembelajaran				√

#### E. Saran

Bapak/Ibu dimohon memberikan saran terhadap Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21 ini.

Secara umum, buku panduan yang dikembangkan sudah sangat baik dan layak dijadikan referensi bagi guru maupun calon guru biologi dalam mengintegrasikan isu-isu sosio-ilmiah (SSI) dan SDGs ke dalam pembelajaran biologi abad ke-21. Materi cukup lengkap disertai panduan pemilihan isu SSI, conoh RPP dan contoh LKPD. Hanya saja perlu elaborasi lebih dalam terkait dengan pemetaan capaian pembelajaran pada kurikulum Merdeka.

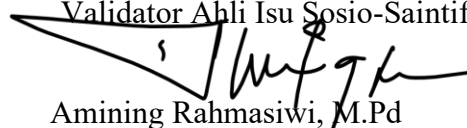
#### F. Kesimpulan

Bapak/Ibu dimohon memberikan tanda *checklist* (√) untuk memberikan kesimpulan terhadap Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21 ini.

- ☐ Buku dapat digunakan tanpa revisi  
☒ Buku dapat digunakan dengan revisi  
☐ Buku belum dapat digunakan

Jum'at, 09 Mei 2025

Validator Ahli Isu Sosio-Saintifik



Amining Rahmasiwi, M.Pd

NIP. 199304292019032019

**LEMBAR VALIDASI**  
**AHLI *SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS* (SDGs)**

Judul penelitian : Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan  
SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21

Peneliti : Ummi Nur Afinni Dwi Jayanti, M.Pd.  
Kartika Manalu, M. Pd

Instansi : UIN Sumatera Utara Medan

**A. Pengantar**

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21, maka melalui instrumen ini Bapak/Ibu kami mohon untuk memberikan penilaian terhadap buku yang telah dibuat tersebut. Penilaian dari Bapak/Ibu akan digunakan sebagai validasi dan masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas buku ini sehingga bisa diketahui layak atau tidak buku tersebut digunakan dalam pembelajaran biologi.

**B. Identitas Validator**

Sebelum melakukan penilaian, Bapak/Ibu kami mohon mengisi identitas diri secara lengkap terlebih dahulu.

Nama : Dr. Rahmania Pamungkas, M.Pd  
NIP : 199408092023212033  
Instansi : Universitas Negeri Yogyakarta

**C. Petunjuk Penilaian**

Bapak/ Ibu kami mohon memberikan tanda checklist (√) pada kolom yang sesuai pada setiap butir penilaian dengan keterangan sebagai berikut:

Skor 4: Sangat Baik

Skor 1: Sangat Kurang

Skor 3: Baik

Skor 2: Kurang

#### D. Lembar Penilaian

No	Indikator Penilaian	Butir Penilaian	Skala Penilaian			
			1	2	3	4
1	Materi	1. Keakuratan materi				✓
		2. Kemutakhiran materi				✓
2	Kesesuaian Aspek <i>Sustainable Development Goals</i> (SDGs)	3. Kesesuaian aspek <i>Sustainable Development Goals</i> (SDGs)				✓
		4. Keterkaitan aspek <i>Sustainable Development Goals</i> (SDGs) dengan materi biologi yang dijabarkan				✓
		5. Keterkaitan model pembelajaran dengan <i>Sustainable Development Goals</i> (SDGs)				✓
		6. Keterkaitan integrasi aspek SDGs dalam perangkat pembelajaran				✓

#### E. Saran

Bapak/Ibu dimohon memberikan saran terhadap Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21 ini.

<p>Tata tulis/ Bahasa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cetak miring istilah Bahasa Inggris</li> <li>- Hindari menggunakan kata sambung di awal kalimat dan/ paragraph (CTH; HAL 12 dst)</li> </ul> <p>Isi</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tambahkan definisi penulis, apa sebenarnya posisi SSI dalam pembelajaran (apakah sebagai materi, pendekatan?) berdasarkan kajian yang telah dijabarkan, sehingga tidak bermakna ganda ( Cth: Tabel 7)</li> <li>- Menambahkan pembahasan model- model pembelajaran yang direkomendasikan untuk pembelajaran SSI SDGs ini, agar selaras dengan Bab VI yang telah menggunakan berbagai model pembelajaran.</li> <li>- Hal 7: ditambahkan isu SSI yang dicontohkan (bisa dibuat table untuk setiap contoh isu, seperti Tabel 1) , atau setiap isu menjadi 1 sub topik yang dipisah.</li> <li>- Hal 10: Poin C (Urgensi ... disajikan sebelum poin B)</li> <li>- Table 9: sumber ditambahkan misalnya, Capaian Pembelajaran ( <u>BSKAP Nomor 046/H/KR/2025</u>)</li> </ul>
--

#### BAB VI:

- Mengapa dalam 1 pertemuan, seluruh sintaks model bisa selesai? Bisa dipertimbangkan waktunya.
- Kegiatan dalam Rancangan pembelajaran perlu direkonstruksi kedalam kegiatan yang hand on activity (tidak hanya mengerjakan LKPD). Contohnya dalam kegiatan eksplorasi “ Data/ fenomena apa yang dieksplorasi/ dianalisis?” sehingga tidak terkesan hanya mengerjakan LKPD saja (siswa masih focus menjawab pertanyaan di LKPD)

Bisa dimunculkan “ Konteks SSI” nya dibagian mana? Sehingga bisa terlihat perbedaan desain pembelajaran yang tanpa SSI dengan yang tidak memuat SSI. Dst.

- Sumber belajar bisa dikaitkan dengan SDGs nya (misalnya) sehingga sumber belajar tidak hanya buku referensi saja ( misalnya sumber belajar dengan lingkungan sekolah, lingkungan rumah, dsb)
- Dalam desain rancangan pembelajaran, SDGs nya belum semua dituliskan (misalnya: SSI topik X SDGs poin Y)

#### F. Kesimpulan

Bapak/Ibu dimohon memberikan tanda *checklist* (√) untuk memberikan kesimpulan terhadap Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21 ini.

- ☐ Buku dapat digunakan tanpa revisi
- ☒ Buku dapat digunakan dengan revisi
- ☐ Buku belum dapat digunakan

Yogyakarta, 16 Oktober 2025  
Validator Ahli SDGs



Dr. Rahmania Pamungkas, M.Pd

NIP. 199408092023212044

**LEMBAR RESPON DOSEN/PRAKTISI**  
**STRATEGI PEMBELAJARAN BIOLOGI**

Judul penelitian : Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan  
SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21

Peneliti : Umami Nur Afinni Dwi Jayanti, M.Pd.  
Kartika Manalu, M.Pd.

Instansi : UIN Sumatera Utara Medan

**A. Pengantar**

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21, maka melalui instrumen ini Bapak/Ibu kami mohon untuk memberikan penilaian terhadap buku yang telah dibuat tersebut. Penilaian dari Bapak/Ibu akan digunakan sebagai masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas buku ini sehingga dapat diketahui kepraktisan buku tersebut untuk digunakan sebagai referensi bagi mahasiswa calon guru maupun pendidik secara luas.

**B. Identitas Penilai**

Sebelum melakukan penilaian, Bapak/Ibu kami mohon mengisi identitas diri secara lengkap terlebih dahulu.

Nama : Tarwiyani, M.Pd.  
NIP : 199904012025052003  
Instansi : UIN Sumatera Utara Medan

**C. Petunjuk Penilaian**

Bapak/ Ibu kami mohon memberikan tanda checklist (✓) pada kolom yang sesuai pada setiap butir penilaian dengan keterangan sebagai berikut:

Skor 4: Sangat Baik

Skor 1: Sangat Kurang

Skor 3: Baik

Skor 2: Kurang

#### D. Lembar Penilaian

No.	Pernyataan	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
1.	Materi pada buku ini membantu pemahaman saya terkait konsep Isu-Isu Sosio-Saintifik (SSI) dan <i>Sustainable Development Goals</i> (SDGs) serta berbagai model pembelajaran penunjangnya dan integrasinya pada pembelajaran biologi				✓
2.	Informasi berkaitan dengan model pembelajaran yang dapat diintegrasikan dengan Isu-Isu Sosio-Saintifik (SSI) dan <i>Sustainable Development Goals</i> (SDGs) disajikan dengan lengkap dan jelas				✓
3.	Contoh yang disajikan relevan dengan topik yang dibahas				✓
4.	Contoh-contoh yang disajikan memperkuat pemahaman tentang topik yang disajikan				
5.	Saya memperoleh banyak pengetahuan baru dengan mudah dari mempelajari materi pada buku ini				✓
6.	Saya memahami uraian materi maupun informasi pada buku ini karena bahasa yang digunakan sederhana				✓
7.	Istilah yang digunakan tepat dan dapat dipahami				✓
8.	Tampilan dari judul dan gambar pada sampul dapat memberikan informasi awal tentang isi buku			✓	
9.	Sampul depan buku ini menarik			✓	
10.	Ukuran huruf dari judul sampul sudah sesuai dan tepat				✓
11.	Uraian materi dan teks informasi menggunakan jenis huruf yang jelas				✓
12.	Ukuran huruf dan angka yang digunakan pada isi dari buku ini sudah sesuai, sehingga mudah untuk membacanya				✓
13.	Pemisahan jarak antara uraian materi, teks informasi dengan gambar dan tabel jelas			✓	
14.	Penempatan tabel dan bagan pada buku ini sudah tepat dan sesuai			✓	
16.	Keseluruhan penyajian buku membangkitkan motivasi dan minat belajar				✓
17.	Kemutakhiran konten (fakta, konsep) pada buku yang dikembangkan				✓
18.	Penyajian buku sistematis sesuai struktur keilmuan				✓

#### E. Saran

Bapak/Ibu dimohon memberikan saran terhadap Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21 ini.



Secara keseluruhan, buku Panduan Praktis ini sudah sangat baik dari segi isi dan strukturnya. Sebagai penyempurnaan, mungkin bisa dipertimbangkan oleh penulis untuk menambahkan bagian penutup dan profil penulis pada buku ini. Kemudian, mungkin bisa menambahkan contoh isu-isu lainnya sebagai contoh melalui tautan link ke video, artikel ilmiah populer atau langsung ke platform SDGs yang bisa dijadikan bahan ajar bagi guru, calon guru dan siswa. (Platform SDGs Universitas yang layak dijadikan sumber rujukan).

Medan, 9 Juni 2025

Dosen Penilai,



Tarwiyani, M.Pd.

NIP. 19940404202505 2003



**LEMBAR RESPON DOSEN/PRAKTISI**  
**STRATEGI PEMBELAJARAN BIOLOGI**

Judul penelitian : Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan  
SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21

Peneliti : Ummi Nur Afinni Dwi Jayanti, M.Pd.  
Kartika Manalu, M.Pd.

Instansi : UIN Sumatera Utara Medan

**A. Pengantar**

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21, maka melalui instrumen ini Bapak/Ibu kami mohon untuk memberikan penilaian terhadap buku yang telah dibuat tersebut. Penilaian dari Bapak/Ibu akan digunakan sebagai masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas buku ini sehingga dapat diketahui kepraktisan buku tersebut untuk digunakan sebagai referensi bagi mahasiswa calon guru maupun pendidik secara luas.

**B. Identitas Penilai**

Sebelum melakukan penilaian, Bapak/Ibu kami mohon mengisi identitas diri secara lengkap terlebih dahulu.

Nama : EFRIDA PIMA SARI TAMBUNAN, M.Pd  
NIP : 19870111 2023212039  
Instansi : UIN SUMATERA UTARA

**C. Petunjuk Penilaian**

Bapak/ Ibu kami mohon memberikan tanda checklist (✓) pada kolom yang sesuai pada setiap butir penilaian dengan keterangan sebagai berikut:

Skor 4: Sangat Baik

Skor 1: Sangat Kurang

Skor 3: Baik

Skor 2: Kurang

#### D. Lembar Penilaian

No.	Pernyataan	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
1.	Materi pada buku ini membantu pemahaman saya terkait konsep Isu-Isu Sosio-Saintifik (SSI) dan <i>Sustainable Development Goals</i> (SDGs) serta berbagai model pembelajaran penunjangnya dan integrasinya pada pembelajaran biologi				✓
2.	Informasi berkaitan dengan model pembelajaran yang dapat diintegrasikan dengan Isu-Isu Sosio-Saintifik (SSI) dan <i>Sustainable Development Goals</i> (SDGs) disajikan dengan lengkap dan jelas				✓
3.	Contoh yang disajikan relevan dengan topik yang dibahas				✓
4.	Contoh-contoh yang disajikan memperkuat pemahaman tentang topik yang disajikan				✓
5.	Saya memperoleh banyak pengetahuan baru dengan mudah dari mempelajari materi pada buku ini				✓
6.	Saya memahami uraian materi maupun informasi pada buku ini karena bahasa yang digunakan sederhana				✓
7.	Istilah yang digunakan tepat dan dapat dipahami				✓
8.	Tampilan dari judul dan gambar pada sampul dapat memberikan informasi awal tentang isi buku			✓	
9.	Sampul depan buku ini menarik			✓	
10.	Ukuran huruf dari judul sampul sudah sesuai dan tepat			✓	
11.	Uraian materi dan teks informasi menggunakan jenis huruf yang jelas				✓
12.	Ukuran huruf dan angka yang digunakan pada isi dari buku ini sudah sesuai, sehingga mudah untuk membacanya				✓
13.	Pemisahan jarak antara uraian materi, teks informasi dengan gambar dan tabel jelas				✓
14.	Penempatan tabel dan bagan pada buku ini sudah tepat dan sesuai				✓
16.	Keseluruhan penyajian buku membangkitkan motivasi dan minat belajar				✓
17.	Kemutakhiran konten (fakta, konsep) pada buku yang dikembangkan				✓
18.	Penyajian buku sistematis sesuai struktur keilmuan				✓


#### E. Saran

Bapak/Ibu dimohon memberikan saran terhadap Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21 ini.

Sampulnya Lebih Kontras

Medan 09 Juni 2025

Dosen Penilai,



EFRIDA PIMA SARI TAMBUNAN, M.Pd

NIP. 198701112023212039



## LEMBAR RESPON MAHASISWA

Judul penelitian : Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21  
Peneliti : Ummi Nur Afinni Dwi Jayanti, M.Pd.  
Kartika Manalu, M. Pd  
Instansi : UIN Sumatera Utara Medan

### A. Pengantar

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21, maka melalui instrumen ini kami mohon Saudara/i untuk memberikan penilaian terhadap buku yang telah dibuat tersebut. Penilaian dari Saudara/i akan digunakan sebagai masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas buku ini sehingga dapat diketahui kepraktisan buku tersebut untuk digunakan sebagai referensi bagi mahasiswa calon guru maupun pendidik secara luas.

### B. Identitas Validator

Sebelum melakukan penilaian, Saudara/i kami mohon mengisi identitas diri secara lengkap terlebih dahulu.

Nama : DINDA RIRIS WULANDARI  
NIM : 0810221064

### C. Petunjuk Penilaian

Saudara/i kami mohon memberikan tanda checklist (√) pada kolom yang sesuai pada setiap butir penilaian dengan keterangan sebagai berikut:

Skor 4: Sangat Baik

Skor 1: Sangat Kurang

Skor 3: Baik

Skor 2: Kurang

#### D. Lembar Penilaian

No.	Pernyataan	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
1.	Materi pada buku ini membantu pemahaman saya terkait konsep Isu-Isu Sosio-Saintifik (SSI) dan <i>Sustainable Development Goals</i> (SDGs) serta berbagai model pembelajaran penunjangnya dan integrasinya pada pembelajaran biologi				✓
2.	Informasi berkaitan dengan model pembelajaran yang dapat diintegrasikan dengan Isu-Isu Sosio-Saintifik (SSI) dan <i>Sustainable Development Goals</i> (SDGs) disajikan dengan lengkap dan jelas				✓
3.	Contoh yang disajikan relevan dengan topik yang dibahas				✓
4.	Contoh-contoh yang disajikan memperkuat pemahaman tentang topik yang disajikan				✓
5.	Saya memperoleh banyak pengetahuan baru dengan mudah dari mempelajari materi pada buku ini				✓
6.	Saya memahami uraian materi maupun informasi pada buku ini karena bahasa yang digunakan sederhana			✓	
7.	Istilah yang digunakan tepat dan dapat dipahami			✓	
8.	Tampilan dari judul dan gambar pada sampul dapat memberikan informasi awal tentang isi buku				✓
9.	Sampul depan buku ini menarik				✓
10.	Ukuran huruf dari judul sampul sudah sesuai dan tepat				✓
11.	Uraian materi dan teks informasi menggunakan jenis huruf yang jelas				✓
12.	Ukuran huruf dan angka yang digunakan pada isi dari buku ini sudah sesuai, sehingga mudah untuk membacanya				✓
13.	Pemisahan jarak antara uraian materi, teks informasi dengan gambar dan tabel jelas				✓
14.	Penempatan tabel dan bagan pada buku ini sudah tepat dan sesuai				✓
16.	Keseluruhan penyajian buku membangkitkan motivasi dan minat belajar				✓
17.	Kemutakhiran konten (fakta, konsep) pada buku yang dikembangkan				✓
18.	Penyajian buku sistematis sesuai struktur keilmuan				✓

#### E. Komentar dan Saran

Saudara/i dimohon memberikan komentar dan saran terhadap Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21 ini.

.....

.....

.....

.....

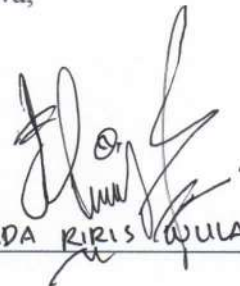
.....

.....

.....

SENIN, 09 JUNI 2025

Mahasiswa,



DINDA RIRIS APULANDARI



## LEMBAR RESPON MAHASISWA

Judul penelitian : Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan  
SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21  
Peneliti : Ummi Nur Afinni Dwi Jayanti, M.Pd.  
Kartika Manalu, M. Pd  
Instansi : UIN Sumatera Utara Medan

### A. Pengantar

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21, maka melalui instrumen ini kami mohon Saudara/i untuk memberikan penilaian terhadap buku yang telah dibuat tersebut. Penilaian dari Saudara/i akan digunakan sebagai masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas buku ini sehingga dapat diketahui kepraktisan buku tersebut untuk digunakan sebagai referensi bagi mahasiswa calon guru maupun pendidik secara luas.

### B. Identitas Validator

Sebelum melakukan penilaian, Saudara/i kami mohon mengisi identitas diri secara lengkap terlebih dahulu.

Nama : ..... DUAN FADHILA .....  
NIM : ..... 0310222066 .....

### C. Petunjuk Penilaian

Saudara/i kami mohon memberikan tanda checklist (√) pada kolom yang sesuai pada setiap butir penilaian dengan keterangan sebagai berikut:

Skor 4: Sangat Baik

Skor 1: Sangat Kurang

Skor 3: Baik

Skor 2: Kurang

#### D. Lembar Penilaian

No.	Pernyataan	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
1.	Materi pada buku ini membantu pemahaman saya terkait konsep Isu-Isu Sosio-Saintifik (SSI) dan <i>Sustainable Development Goals</i> (SDGs) serta berbagai model pembelajaran penunjangnya dan integrasinya pada pembelajaran biologi				✓
2.	Informasi berkaitan dengan model pembelajaran yang dapat diintegrasikan dengan Isu-Isu Sosio-Saintifik (SSI) dan <i>Sustainable Development Goals</i> (SDGs) disajikan dengan lengkap dan jelas				✓
3.	Contoh yang disajikan relevan dengan topik yang dibahas				✓
4.	Contoh-contoh yang disajikan memperkuat pemahaman tentang topik yang disajikan				✓
5.	Saya memperoleh banyak pengetahuan baru dengan mudah dari mempelajari materi pada buku ini				✓
6.	Saya memahami uraian materi maupun informasi pada buku ini karena bahasa yang digunakan sederhana			✓	
7.	Istilah yang digunakan tepat dan dapat dipahami			✓	
8.	Tampilan dari judul dan gambar pada sampul dapat memberikan informasi awal tentang isi buku				✓
9.	Sampul depan buku ini menarik				✓
10.	Ukuran huruf dari judul sampul sudah sesuai dan tepat				✓
11.	Uraian materi dan teks informasi menggunakan jenis huruf yang jelas				✓
12.	Ukuran huruf dan angka yang digunakan pada isi dari buku ini sudah sesuai, sehingga mudah untuk membacanya				✓
13.	Pemisahan jarak antara uraian materi, teks informasi dengan gambar dan tabel jelas				✓
14.	Penempatan tabel dan bagan pada buku ini sudah tepat dan sesuai				✓
16.	Keseluruhan penyajian buku membangkitkan motivasi dan minat belajar				✓
17.	Kemutakhiran konten (fakta, konsep) pada buku yang dikembangkan				✓
18.	Penyajian buku sistematis sesuai struktur keilmuan				✓

#### E. Komentar dan Saran

Saudara/i dimohon memberikan komentar dan saran terhadap Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21 ini.



.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

..... Senin ....., 09 ....., Juni ..... 2025

Mahasiswa,



PUAN FADHILA

---

## LEMBAR RESPON MAHASISWA

Judul penelitian : Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan  
SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21  
Peneliti : Ummi Nur Afinni Dwi Jayanti, M.Pd.  
Kartika Manalu, M. Pd  
Instansi : UIN Sumatera Utara Medan

### A. Pengantar

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21, maka melalui instrumen ini kami mohon Saudara/i untuk memberikan penilaian terhadap buku yang telah dibuat tersebut. Penilaian dari Saudara/i akan digunakan sebagai masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas buku ini sehingga dapat diketahui kepraktisan buku tersebut untuk digunakan sebagai referensi bagi mahasiswa calon guru maupun pendidik secara luas.

### B. Identitas Validator

Sebelum melakukan penilaian, Saudara/i kami mohon mengisi identitas diri secara lengkap terlebih dahulu.

Nama : M. ABHAR LUBIS  
NIM : 0360223047

### C. Petunjuk Penilaian

Saudara/i kami mohon memberikan tanda checklist (√) pada kolom yang sesuai pada setiap butir penilaian dengan keterangan sebagai berikut:

Skor 4: Sangat Baik

Skor 1: Sangat Kurang

Skor 3: Baik

Skor 2: Kurang

#### D. Lembar Penilaian

No.	Pernyataan	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
1.	Materi pada buku ini membantu pemahaman saya terkait konsep Isu-Isu Sosio-Saintifik (SSI) dan <i>Sustainable Development Goals</i> (SDGs) serta berbagai model pembelajaran penunjangnya dan integrasinya pada pembelajaran biologi				✓
2.	Informasi berkaitan dengan model pembelajaran yang dapat diintegrasikan dengan Isu-Isu Sosio-Saintifik (SSI) dan <i>Sustainable Development Goals</i> (SDGs) disajikan dengan lengkap dan jelas				✓
3.	Contoh yang disajikan relevan dengan topik yang dibahas			✓	
4.	Contoh-contoh yang disajikan memperkuat pemahaman tentang topik yang disajikan				✓
5.	Saya memperoleh banyak pengetahuan baru dengan mudah dari mempelajari materi pada buku ini				✓
6.	Saya memahami uraian materi maupun informasi pada buku ini karena bahasa yang digunakan sederhana			✓	
7.	Istilah yang digunakan tepat dan dapat dipahami				✓
8.	Tampilan dari judul dan gambar pada sampul dapat memberikan informasi awal tentang isi buku				✓
9.	Sampul depan buku ini menarik				✓
10.	Ukuran huruf dari judul sampul sudah sesuai dan tepat				✓
11.	Uraian materi dan teks informasi menggunakan jenis huruf yang jelas			✓	
12.	Ukuran huruf dan angka yang digunakan pada isi dari buku ini sudah sesuai, sehingga mudah untuk membacanya				✓
13.	Pemisahan jarak antara uraian materi, teks informasi dengan gambar dan tabel jelas			✓	
14.	Penempatan tabel dan bagan pada buku ini sudah tepat dan sesuai				✓
16.	Keseluruhan penyajian buku membangkitkan motivasi dan minat belajar				✓
17.	Kemutakhiran konten (fakta, konsep) pada buku yang dikembangkan				✓
18.	Penyajian buku sistematis sesuai struktur keilmuan				✓

#### E. Komentar dan Saran

Saudara/i dimohon memberikan komentar dan saran terhadap Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21 ini.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

..... Senin, 9 - Jun ..... 2025

Mahasiswa,



M-AZHAR LUBIS

---



## LEMBAR RESPON MAHASISWA

Judul penelitian : Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan  
SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21  
Peneliti : Ummi Nur Afinni Dwi Jayanti, M.Pd.  
Kartika Manalu, M. Pd  
Instansi : UIN Sumatera Utara Medan

### A. Pengantar

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21, maka melalui instrumen ini kami mohon Saudara/i untuk memberikan penilaian terhadap buku yang telah dibuat tersebut. Penilaian dari Saudara/i akan digunakan sebagai masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas buku ini sehingga dapat diketahui kepraktisan buku tersebut untuk digunakan sebagai referensi bagi mahasiswa calon guru maupun pendidik secara luas.

### B. Identitas Validator

Sebelum melakukan penilaian, Saudara/i kami mohon mengisi identitas diri secara lengkap terlebih dahulu.

Nama : Dilky Armada  
NIM : 0310221016

### C. Petunjuk Penilaian

Saudara/i kami mohon memberikan tanda checklist (√) pada kolom yang sesuai pada setiap butir penilaian dengan keterangan sebagai berikut:

Skor 4: Sangat Baik

Skor 1: Sangat Kurang

Skor 3: Baik

Skor 2: Kurang

#### D. Lembar Penilaian

No.	Pernyataan	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
1.	Materi pada buku ini membantu pemahaman saya terkait konsep Isu-Isu Sosio-Saintifik (SSI) dan <i>Sustainable Development Goals</i> (SDGs) serta berbagai model pembelajaran penunjangnya dan integrasinya pada pembelajaran biologi				✓
2.	Informasi berkaitan dengan model pembelajaran yang dapat diintegrasikan dengan Isu-Isu Sosio-Saintifik (SSI) dan <i>Sustainable Development Goals</i> (SDGs) disajikan dengan lengkap dan jelas				✓
3.	Contoh yang disajikan relevan dengan topik yang dibahas				✓
4.	Contoh-contoh yang disajikan memperkuat pemahaman tentang topik yang disajikan				✓
5.	Saya memperoleh banyak pengetahuan baru dengan mudah dari mempelajari materi pada buku ini				✓
6.	Saya memahami uraian materi maupun informasi pada buku ini karena bahasa yang digunakan sederhana				✓
7.	Istilah yang digunakan tepat dan dapat dipahami				✓
8.	Tampilan dari judul dan gambar pada sampul dapat memberikan informasi awal tentang isi buku				✓
9.	Sampul depan buku ini menarik				✓
10.	Ukuran huruf dari judul sampul sudah sesuai dan tepat				✓
11.	Uraian materi dan teks informasi menggunakan jenis huruf yang jelas				✓
12.	Ukuran huruf dan angka yang digunakan pada isi dari buku ini sudah sesuai, sehingga mudah untuk membacanya				✓
13.	Pemisahan jarak antara uraian materi, teks informasi dengan gambar dan tabel jelas				✓
14.	Penempatan tabel dan bagan pada buku ini sudah tepat dan sesuai				✓
16.	Keseluruhan penyajian buku membangkitkan motivasi dan minat belajar				✓
17.	Kemutakhiran konten (fakta, konsep) pada buku yang dikembangkan				✓
18.	Penyajian buku sistematis sesuai struktur keilmuan				✓

#### E. Komentar dan Saran

Saudara/i dimohon memberikan komentar dan saran terhadap Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21 ini.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Senin, 9 Juni 2025

Mahasiswa,



Dicky Armanza



## LEMBAR RESPON MAHASISWA

Judul penelitian : Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan  
SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21  
Peneliti : Ummi Nur Afinni Dwi Jayanti, M.Pd.  
Kartika Manalu, M. Pd  
Instansi : UIN Sumatera Utara Medan

### A. Pengantar

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan adanya Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21, maka melalui instrumen ini kami mohon Saudara/i untuk memberikan penilaian terhadap buku yang telah dibuat tersebut. Penilaian dari Saudara/i akan digunakan sebagai masukan untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas buku ini sehingga dapat diketahui kepraktisan buku tersebut untuk digunakan sebagai referensi bagi mahasiswa calon guru maupun pendidik secara luas.

### B. Identitas Validator

Sebelum melakukan penilaian, Saudara/i kami mohon mengisi identitas diri secara lengkap terlebih dahulu.

Nama : CITRA PARTIKA DWI  
NIM : 0310222061

### C. Petunjuk Penilaian

Saudara/i kami mohon memberikan tanda checklist (√) pada kolom yang sesuai pada setiap butir penilaian dengan keterangan sebagai berikut:

Skor 4: Sangat Baik

Skor 1: Sangat Kurang

Skor 3: Baik

Skor 2: Kurang



#### D. Lembar Penilaian

No.	Pernyataan	Skala Penilaian			
		1	2	3	4
1.	Materi pada buku ini membantu pemahaman saya terkait konsep Isu-Isu Sosio-Saintifik (SSI) dan <i>Sustainable Development Goals</i> (SDGs) serta berbagai model pembelajaran penunjangnya dan integrasinya pada pembelajaran biologi				✓
2.	Informasi berkaitan dengan model pembelajaran yang dapat diintegrasikan dengan Isu-Isu Sosio-Saintifik (SSI) dan <i>Sustainable Development Goals</i> (SDGs) disajikan dengan lengkap dan jelas				✓
3.	Contoh yang disajikan relevan dengan topik yang dibahas				✓
4.	Contoh-contoh yang disajikan memperkuat pemahaman tentang topik yang disajikan				✓
5.	Saya memperoleh banyak pengetahuan baru dengan mudah dari mempelajari materi pada buku ini				✓
6.	Saya memahami uraian materi maupun informasi pada buku ini karena bahasa yang digunakan sederhana				✓
7.	Istilah yang digunakan tepat dan dapat dipahami			✓	
8.	Tampilan dari judul dan gambar pada sampul dapat memberikan informasi awal tentang isi buku				✓
9.	Sampul depan buku ini menarik				✓
10.	Ukuran huruf dari judul sampul sudah sesuai dan tepat				✓
11.	Uraian materi dan teks informasi menggunakan jenis huruf yang jelas				✓
12.	Ukuran huruf dan angka yang digunakan pada isi dari buku ini sudah sesuai, sehingga mudah untuk membacanya				✓
13.	Pemisahan jarak antara uraian materi, teks informasi dengan gambar dan tabel jelas				✓
14.	Penempatan tabel dan bagan pada buku ini sudah tepat dan sesuai				✓
16.	Keseluruhan penyajian buku membangkitkan motivasi dan minat belajar				✓
17.	Kemutakhiran konten (fakta, konsep) pada buku yang dikembangkan				✓
18.	Penyajian buku sistematis sesuai struktur keilmuan				✓

#### E. Komentar dan Saran

Saudara/i dimohon memberikan komentar dan saran terhadap Pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21 ini.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

... Senin ..., 09 Juni ... 2025

Mahasiswa,



CITRA PARTIKA DWI

## LEMBAR KERJA MAHASISWA

### Nama Kelompok

1. Putri Balqis Daulay (0310231006)
2. Dwi Pratiwi (0310232018)
3. Fadilah Nasution (0310232021)
4. Ahsanul Barik (0310233050)
5. Mutiara Ramadani (0310233052)

Mata Pelajaran	Materi/Topik	Isu SSI dan SDG yang Relevan	Strategi Pembelajaran Mendalam	Ide Aktivitas Pembelajaran Singkat
Biologi	Sistem Reproduksi	Isu sosiosaintifik yang sangat kontroversial hingga saat ini adalah meningkatnya kasus <i>Human Immunodeficiency Virus</i> (HIV) dan <i>Acquired Immunodeficiency Syndrome</i> (AIDS), yang umumnya disebut HIV/AIDS. AIDS adalah penyakit menular yang disebabkan oleh infeksi virus yang disebut HIV. Virus ini menyerang dan menghancurkan sekelompok sel darah putih tertentu, yaitu limfosit <i>T helper</i> , sel yang memproduksi antibodi dalam tubuh. HIV bereplikasi di dalam limfosit yang dapat menginfeksi dan merusak, sehingga mengakibatkan lemahnya sistem kekebalan tubuh dan resistensi. Virus ini terdapat dalam darah dan air mani. Sistem kekebalan tubuh yang melemah menyebabkan munculnya penyakit akibat	Dampak dari permasalahan Human Immunodeficiency Virus (HIV) merupakan virus yang menyerang sistem kekebalan tubuh manusia, khususnya sel limfosit T-CD4 yang berperan penting dalam melawan infeksi. Permasalahan utama HIV adalah sifatnya yang melemahkan sistem imun sehingga tubuh menjadi rentan terhadap berbagai penyakit oportunistik seperti tuberkulosis, pneumonia, atau infeksi jamur. Penularannya terjadi melalui kontak langsung dengan cairan tubuh seperti darah, air mani, cairan vagina, atau ASI dari orang yang terinfeksi. Kurangnya kesadaran masyarakat tentang cara penularan dan pencegahan HIV, serta adanya stigma sosial	<b>PENDAHULUAN</b> 1. <b>Apersepsi:</b> Guru menampilkan berita atau video pendek tentang meningkatnya kasus HIV di kalangan remaja (misalnya laporan UNAIDS 2024). 2. <b>Tanya Pemantik:</b> 1. “Mengapa HIV/AIDS masih menjadi masalah serius di dunia, termasuk Indonesia?” 2. “Bagaimana kaitan virus HIV dengan sistem reproduksi manusia?” 3. <b>Orientasi Tujuan:</b> Guru menjelaskan bahwa hari ini siswa akan mempelajari sistem reproduksi dan menganalisis isu HIV/AIDS secara ilmiah dan sosial. 4. <b>Motivasi:</b> Guru menekankan

		<p>infeksi atau infeksi lain yang semakin parah dan memburuk. Banyak kasus telah ditemukan di hampir setiap provinsi di Indonesia. Peran guru, siswa, dan peserta didik sangatlah penting karena mereka berada di garda terdepan perubahan pendidikan yang sejalan dengan standar kompetensi abad ke-21. Membahas dan memahami konsep HIV/AIDS melalui proses pembelajaran dapat menjadi alternatif metode sosialisasi dan pendidikan. Maka dari itu, SDG Nomor 3 mencakup janji yang dibuat oleh Negara Anggota PBB untuk mencapai akhir HIV/AIDS pada tahun 2030. Dan tujuan SDG nomor 3 ini adalah tentang menyediakan kehidupan yang sehat dan meningkatkan kesejahteraan dan mampu meningkatkan kualitas hidup manusia.</p>	<p>terhadap penderita, memperburuk penanganan penyakit ini di berbagai lapisan masyarakat.</p> <p>Dampak dan Kerugian dari HIV tidak hanya bersifat medis, tetapi juga sosial dan ekonomi. Penderita HIV mengalami penurunan kualitas hidup yang signifikan akibat menurunnya sistem imun. Secara sosial, mereka sering menghadapi diskriminasi dan pengucilan yang menyebabkan tekanan psikologis. Dari sisi ekonomi, penderita dan keluarganya menanggung beban biaya pengobatan jangka panjang serta kehilangan produktivitas kerja. Pada skala masyarakat, tingginya angka penderita HIV dapat menurunkan kualitas sumber daya manusia dan memperberat sistem kesehatan nasional.</p> <p>Dengan Strategi Pembelajaran PBL dapat digunakan strategi pembelajaran Problem Based Learning (PBL) berbasis masalah, karena model ini mampu melatih siswa berpikir kritis dan memahami isu-isu nyata</p>	<p>pentingnya pendidikan reproduksi yang sehat agar siswa mampu mengambil keputusan bijak dalam kehidupan sosialnya.</p> <p><b>KEGIATAN INTI</b>  <b>Model yang digunakan:</b>  <i>Problem Based Learning (PBL)</i></p> <p><b>Sintaks dan kegiatan:</b>  <b>a. Identifikasi Masalah</b>  Guru memberikan teks kasus:  “Kasus peningkatan HIV di kalangan remaja disebabkan oleh rendahnya kesadaran akan kesehatan reproduksi dan perilaku berisiko. Bagaimana cara mengatasinya dari sisi biologi dan sosial?”  Siswa membaca kasus secara berkelompok dan mencatat masalah utama yang perlu dipecahkan.</p> <p><b>b. Pengumpulan Informasi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Siswa mencari informasi melalui buku biologi, sumber daring terpercaya seperti website Kementerian Kesehatan, WHO, UNAIDS, serta jurnal ilmiah berbasis teknologi pembelajaran yang relevan dengan topik HIV/AIDS, atau materi yang</li> </ul>
--	--	--	--	--

		<p>yang terjadi di masyarakat. Melalui PBL, guru dapat mengajak peserta didik untuk menelusuri permasalahan HIV secara ilmiah, menganalisis penyebab dan dampaknya, serta mencari solusi yang relevan untuk pencegahan. Dengan demikian, siswa tidak hanya memahami konsep biologi tentang virus dan sistem imun, tetapi juga menumbuhkan empati, kesadaran sosial, dan tanggung jawab terhadap kesehatan masyarakat.</p> <p>Kasus Nyata Terkait HIV/AIDS</p> <p>Salah satu kasus yang cukup valid adalah laporan dari UNAIDS (2024) yang mencatat bahwa Indonesia mengalami peningkatan jumlah kasus HIV pada kalangan remaja dan dewasa muda, terutama akibat rendahnya pengetahuan tentang kesehatan reproduksi dan penggunaan narkoba suntik. Di beberapa daerah seperti Papua dan DKI Jakarta, tingkat penularan HIV masih tergolong tinggi. Kasus ini menunjukkan bahwa penanganan HIV</p>	<p>diberikan guru tentang:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Struktur dan fungsi sistem reproduksi manusia</li> <li>2. Mekanisme penularan HIV</li> <li>3. Dampak HIV terhadap sistem imun</li> <li>4. Upaya pencegahan dan edukasi masyarakat</li> </ol> <p><b>c. Analisis dan Diskusi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiap kelompok menganalisis hubungan antara sistem reproduksi dengan penularan HIV.</li> <li>• Diskusi diarahkan untuk menjawab pertanyaan: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Bagaimana HIV merusak sistem kekebalan tubuh?</li> <li>2. Mengapa edukasi reproduksi penting untuk mencegah HIV/AIDS?</li> <li>3. Bagaimana peran siswa dalam mengurangi stigma sosial terhadap ODHA (Orang dengan HIV/AIDS)?</li> </ol> </li> </ul> <p><b>d. Presentasi Solusi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Setiap kelompok menyajikan hasil</li> </ul>
--	--	--	--

			<p>tidak cukup hanya dari aspek medis, tetapi juga membutuhkan pendekatan pendidikan dan sosial melalui pembelajaran kontekstual di sekolah. Dengan mengangkat kasus nyata tersebut dalam pembelajaran berbasis masalah, siswa dapat memahami pentingnya gaya hidup sehat, tanggung jawab diri, serta peran mereka dalam mencegah penyebaran HIV di lingkungan sekitar.</p>	<p>analisis mereka dalam bentuk poster mini atau infografis singkat.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kelompok lain memberikan tanggapan dan masukan.</li> </ul> <p><b>e. Refleksi Konseptual</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru menegaskan konsep inti: fungsi sistem reproduksi, mekanisme infeksi HIV, dampak biologis dan sosial, serta relevansi dengan <b>SDG 3 (Kehidupan Sehat dan Sejahtera)</b>.</li> </ul> <p><b>PENUTUP</b></p> <p><b>Refleksi Individu:</b> Siswa menulis kesimpulan pribadi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• “Apa hal baru yang kamu pelajari hari ini?”</li> <li>• “Bagaimana kamu bisa berperan dalam mencegah HIV di lingkunganmu?”</li> </ul> <p><b>Guru memberikan umpan balik</b> terhadap proses diskusi dan menekankan nilai empati, kepedulian, dan tanggung jawab sosial.</p> <p><b>Penugasan:</b> Siswa diminta membuat artikel pendek (1</p>
--	--	--	---	--

				<p>halaman) tentang  <i>“Peran Remaja dalam  Mencegah Penularan  HIV/AIDS”</i>.  <b>Penutup:</b>  Guru mengakhiri  dengan pesan moral dan  doa.</p>
--	--	--	--	---

## LEMBAR KERJA MAHASISWA

**Nama :** 1. Najma Syafitri Siregar (0310231002)  
 2. Cindy Awalliyah (0310231003)  
 3. Fisra Agita Ibni Kahar (0310232026)  
 4. Naila Amanda (0310233055)

### Instruksi:

1. Pilih **1 topik materi pelajaran** yang anda ajarkan.
2. Hubungkan materi tersebut dengan **1 isu SSI dan SDG** yang relevan.
3. Tentukan strategi pembelajaran mendalam (projek / masalah / isu nyata).
4. Buat **ide singkat pembelajaran / aktivitas kelas**.

<b>Mata Pelajaran</b>	<b>Materi / Topik</b>	<b>Isu SSI &amp; SDG yang relevan</b>	<b>Strategi Pembelajaran Mendalam</b>	<b>Ide Aktivitas Pembelajaran singkat</b>
Biologi	Fungi	SDG 3: Good Health and Well-being 3. SDG (Sustainable Development Goal) yang Relevan: Isu ini berkaitan langsung dengan SDG 3: Kesehatan dan Kesejahteraan yang Baik (Good Health and Well-being). Target yang relevan adalah Target 3.3	Deep Learning berbasis Analisis Multi-Perspektif Isu SSI. 4. Strategi Pembelajaran Mendalam (Deep Learning Strategy): Strategi yang digunakan adalah Analisis Multi-Perspektif Isu SSI. Siswa tidak hanya menganalisis C.	Aktivitas yang dapat dilakukan adalah "Simulasi Rapat Darurat WHO". Siswa dibagi menjadi kelompok-kelompok yang mewakili pemangku kepentingan berbeda (Ahli Mikologi, Petugas RS, Perusahaan



		<p>(mengakhiri epidemi penyakit menular) dan Target 3.B (mendukung penelitian dan pengembangan vaksin serta obat-obatan penting). Resistensi C. auris menghambat pencapaian kesehatan global yang baik dan memerlukan investasi dalam riset antifungal baru.</p>	<p>auris dari sisi ciri-ciri dan klasifikasi Biologi (misalnya, mengapa jamur ini resisten pada tingkat seluler), tetapi juga dari aspek Sosiologis (penyebaran di masyarakat dan fasilitas kesehatan), Ekonomi (biaya pengobatan tinggi), dan Etika (tanggung jawab perusahaan farmasi dalam pengembangan obat).</p>	<p>Farmasi, Pemerintah/WHO). Setiap kelompok harus mempresentasikan klasifikasi jamur ini (Biologi), mengapa jamur ini berbahaya (Ciri-ciri), dan mengusulkan satu kebijakan untuk mencegah penyebarannya (Solusi SSI/SDG).</p>
--	--	--	---	---

## Lembar Kerja Mahasiswa

Nama :

- 1) Yuni Safitri
- 2) Salsa Nabila Purba
- 3) Tria Difa Amanda
- 4) Putri Aulia Syah
- 5) Suci Nova Aryani
- 6) Rizka Yolanda

### Intruksi

1. Pilih 1 topik materi pelajaran yang Anda ajarkan.
2. Hubungkan materi tersebut dengan 1 Isu SSI dan SDG yang relevan.
3. Tentukan strategi pembelajaran mendalam (projek/masalah/isu nyata).
4. Buat ide singkat pembelajaran/aktivitas kelas.

Mata Pelajaran	Materi/Topik	Isu SSI dan SDG yang relevan	Strategi pembelajaran mendalam	Ide aktivitas pembelajaran singkat
Biologi	System saraf	Isu sosiosaintifik yang relevan dengan sistem saraf adalah meningkatnya gangguan stres dan kecemasan pada remaja akibat penggunaan gawai berlebihan dan tekanan sosial. Kondisi ini dapat memengaruhi kerja sistem saraf pusat (otak dan sumsum	Dampak gangguan pada sistem saraf akibat stres, kelelahan, dan penggunaan gawai berlebihan menjadi topik utama pembelajaran. Sistem saraf pusat dan tepi berperan penting dalam menerima, mengolah, dan	<b>PENDAHULUAN</b> <b>1. Apersepsi:</b> Guru menampilkan video atau berita mengenai meningkatnya kasus stres dan gangguan tidur akibat penggunaan gawai berlebihan. <b>2. Tanya Pemantik:</b> – Bagaimana sistem saraf bekerja ketika seseorang mengalami stres?

		<p>tulang belakang) sehingga berdampak pada konsentrasi, emosi, serta pola tidur. Isu ini berkaitan dengan SDG Nomor 3: Kehidupan Sehat dan Sejahtera, yang menekankan pentingnya menjaga kesehatan fisik dan mental. Peran siswa sangat penting untuk memahami fungsi sistem saraf dan mengembangkan kesadaran tentang pola hidup sehat dalam era digital.</p>	<p>menanggapi rangsangan. Melalui model Problem Based Learning (PBL), siswa diarahkan untuk mengidentifikasi masalah nyata yang berkaitan dengan stres dan gangguan sistem saraf, mencari informasi ilmiah, serta menyusun solusi yang aplikatif. Guru menuntun siswa untuk berpikir kritis, bekerja kolaboratif, dan menilai pentingnya menjaga keseimbangan fungsi sistem saraf untuk kesehatan tubuh dan mental .</p>	<p>– Apa dampak gaya hidup digital terhadap fungsi sistem saraf?</p> <p>3. Orientasi Tujuan: Guru menjelaskan bahwa hari ini siswa akan mempelajari sistem saraf dan kaitannya dengan kesehatan mental.</p> <p>4. Motivasi: Guru menekankan pentingnya menjaga sistem saraf agar tubuh tetap seimbang dan sehat.</p> <p><b>KEGIATAN INTI</b></p> <p>Model yang digunakan: Problem Based Learning (PBL)</p> <p>Sintaks dan Kegiatan:</p> <p>a. Identifikasi Masalah: Guru menyajikan kasus tentang remaja yang mengalami stres dan sulit fokus karena</p>
--	--	---	--	--

				<p>terlalu sering menggunakan gawai.</p> <p>b. Pengumpulan Informasi: Siswa mencari informasi dari buku biologi, artikel ilmiah, atau situs tepercaya (WHO, Kemenkes) tentang sistem saraf dan pengaruh stres.</p> <p>c. Analisis dan Diskusi: Siswa menganalisis bagaimana sistem saraf bekerja dalam kondisi stres dan mendiskusikan cara mencegah gangguan tersebut.</p> <p>d. Presentasi Solusi: Kelompok menyajikan solusi seperti pengaturan waktu penggunaan gawai, olahraga, dan istirahat cukup.</p> <p>e. Refleksi: Siswa menuliskan pemahaman baru</p>
--	--	--	--	---

				<p>tentang pentingnya sistem saraf dalam kehidupan sehari-hari.</p> <p><b>PENUTUP</b></p> <p>Guru dan siswa menyimpulkan bahwa sistem saraf memiliki peran penting dalam mengatur seluruh aktivitas tubuh, serta menjaga kesehatan fisik dan mental merupakan bagian dari upaya mencapai SDG 3: Kehidupan Sehat dan Sejahtera</p>
--	--	--	--	---

## LEMBAR KERJA MAHASISWA

**Nama : Aryu Andhyra Ningrum Munthe**

**Sahla Khairani Ismail**

**Arsila Surbakti**

**Adinda Fatimah Azzahra**

**Rati Nabila Lutfhi**

**Nim : (0310233056)**

**(0310232028)**

**(0310231001)**

**(0310232020)**

**(0310232023)**

### Instruksi:

1. Pilih **1 Topik materi pelajaran** yang anda ajarkan.
2. Hubungkan materi tersebut dengan **1 isu SSI dan SDG yang relevan**
3. Tentukan strategi pembelajaran mendalam (projek/masalah/isu nyata)
4. Buat **ide singkat pembelajaran/aktivitas kelas**.

<b>Mata Pelajaran</b>	<b>Materi /Topik</b>	<b>Isu SSI dan SDG yang relevan</b>	<b>Strategi Pembelajaran Mendalam</b>	<b>Ide Aktivitas Pembelajaran Singkat</b>
Biologi	Ekosistem	SDG 13 – Penanganan Perubahan Iklim (Climate Action) SDG 14 – Ekosistem Lautam (Life Below Water) SDG 15- Ekosistem Daratan (Life on Land)	Strategi pembelajaran Mendalam yang cocok digunakan dalam memecahkan masalah terkait Ssdg 13, 14, dan 15 yaitu Project Based Learning (PjBL)	1.Menentukan pertanyaan mendasar: Guru memberi pertanyaan pemantik tentang cara mengatasi perubahan iklim dan menjaga ekosistem laut serta darat. 2.Mendesain perencanaan proyek: Siswa merancang proyek kelompok sesuai isu SDG 13, 14, atau 15 dan menentukan bentuk produk akhir.

				<p>3. Menyusun jadwal: Kelompok membuat jadwal kegiatan observasi, pengumpulan data, dan pembuatan produk.</p> <p>4. Memantau kemajuan: Guru memantau proses kerja kelompok dan memberi arahan agar proyek tetap sesuai tujuan.</p> <p>5. Menilai hasil: Produk berupa poster atau video kampanye dinilai berdasarkan isi dan solusi yang ditawarkan.</p> <p>6. Mengevaluasi pengalaman: Siswa melakukan refleksi terhadap proses dan hasil pembelajaran untuk menumbuhkan kesadaran lingkungan.</p>
--	--	--	--	--

**Contoh Pengisian:**

- Mata Pelajaran: Biologi
- Materi: Ekosistem
- SDG: 15 (*Life on Land*)
- Strategi: Problem-based learning berbasis isu SSI
- Ide Aktivitas: Siswa mengidentifikasi masalah lingkungan di sekitar sekolah dan merancang solusi sederhana (boleh buat skenario pembelajarannya juga sesuai sintaks model pembelajaran yang dipilih dan buat contoh nya sesuai dengan buku panduan integrasi SSI dan SDGs yang diberikan dosen)

REPUBLIK INDONESIA  
KEMENTERIAN HUKUM

## SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan : EC002025158469, 20 Oktober 2025

### Pencipta

Nama : Umni Nur Afinni Dwi Jayanti, Kartika Manalu dkk  
Alamat : Jl. Merpati, Semuli Raya, Kec. Abung Semuli, Lampung Utara, 34511, Abung Semuli, Kab. Lampung Utara, Lampung, 0  
Kewarganegaraan : Indonesia

### Pemegang Hak Cipta

Nama : Umni Nur Afinni Dwi Jayanti, Kartika Manalu dkk  
Alamat : Jl. Merpati, Semuli Raya, Kec. Abung Semuli, Lampung Utara, 34511, Abung Semuli, Kab. Lampung Utara, Lampung, 0  
Kewarganegaraan : Indonesia

Jenis Ciptaan

Buku

Judul Ciptaan

PANDUAN PRAKTIS Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi SMA \*Membangun Pembelajaran Kontekstual, Kritis dan Berkelanjutan

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia

20 Oktober 2025, di Kota Medan

Jangka waktu perlindungan

Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali dilakukan Pengumuman.

Nomor Pencatatan

000998729

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pemohon.

Surat Pencatatan Hak Cipta atau produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.



a.n. MENTERI HUKUM  
DIREKTUR JENDERAL KEKAYAAN INTELEKTUAL  
u.b

Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

Agung Damarsasongko, SH, MH,  
NIP. 196912261994031001



### Dibuat oleh:

1. Dalam hal pemohon memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pencatatan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.
2. Surat Pencatatan ini telah diunggah secara elektronik menggunakan segel elektronik yang diterbitkan oleh Badan Sertifikasi Elektronik, Badan Sibar dan Sibar Negara.
3. Surat Pencatatan ini dapat dibuktikan kebenarannya dengan meminda kode QR pada dokumen ini dan informasi akan ditampilkan dalam browser.



**LAMPIRAN PENCIPTA**

No	Nama	Alamat
1	Umami Nur Afinni Dwi Jayanti	Jl. Merpati, Semuli Raya, Kec. Abung Semuli, Lampung Utara, 34511 Abung Semuli, Kab. Lampung Utara
2	Kartika Manalu	Jl. Selam VIII No. 1-A, Kec. Medan Denai, Medan, Sumatera Utara, 20228 Medan Denai, Kota Medan
3	Yassir Ni'ma Rangga Wiryawan	Jl. Eka Rasmi-II No. 22-D LK. VII, Medan Johor, Medan, Sumatera Utara, 20144 Medan Johor, Kota Medan
4	Neska Fadillah	Jl. Sidomulio No 4 Lk XXVII, Tanjung Mulia, Medan Deli, Kota Medan, Sumatera Utara, 20241 Medan Deli, Kota Medan

**LAMPIRAN PEMEGANG**

No	Nama	Alamat
1	Umami Nur Afinni Dwi Jayanti	Jl. Merpati, Semuli Raya, Kec. Abung Semuli, Lampung Utara, 34511 Abung Semuli, Kab. Lampung Utara
2	Kartika Manalu	Jl. Selam VIII No. 1-A, Kec. Medan Denai, Medan, Sumatera Utara, 20228 Medan Denai, Kota Medan
3	Yassir Ni'ma Rangga Wiryawan	Jl. Eka Rasmi-II No. 22-D LK. VII, Medan Johor, Medan, Sumatera Utara, 20144 Medan Johor, Kota Medan
4	Neska Fadillah	Jl. Sidomulio No 4 Lk XXVII, Tanjung Mulia, Medan Deli, Kota Medan, Sumatera Utara, 20241 Medan Deli, Kota Medan



**SURAT KETERANGAN PROSES PENGURUSAN DAN PERNEBITAN BUKU**

Nomor : 02-2/SK.PP/BP.Pro/II/SU/10/2025

Dengan Hormat.

Melalui Surat Ini Kami :

Penerbit : PT Cahaya Rahmat Rahmani  
Alamat : Jl Kemuning Baru, Komplek Ar Rahman, Blok B, No 38,  
Kab. Deli Serdang Sumatera Utara  
Email : [cahayarahmatrahmani@gmail.com](mailto:cahayarahmatrahmani@gmail.com)

Telah menerima naskah buku :

Judul : Buku/PANDUAN PRAKTIS Integrasi Sosio-Ilmiah (SSI) Dan  
SDGs Dalam Pembelajaran Biologi SMA \*Membangun  
Pembelajaran Kontekstual, Kritis, Dan Berkelanjutan

Penulis : Ummi Nur Afinni Dwi Jayanti, M.Pd.  
Kartika Manalu, M.Pd.

Tata Letak dan Sampul : Yassir Ni'ma Rangga Wiryawan, S.Pd.  
Neska Fadillah, S.Pd

Jumlah halaman : 254 halaman

Dengan demikian PT Cahaya Rahmat Rahmani selaku penerbit menyatakan bahwa buku tersebut dalam proses pengusulan ISBN dengan nomor surat **67/CRR.I/2025** untuk di terbitkan, dicetak dan diedarkan.

Demikian surat keterangan ini disampaikan, semoga dapat digunakan sebagaimana semestinya. Terimakasih

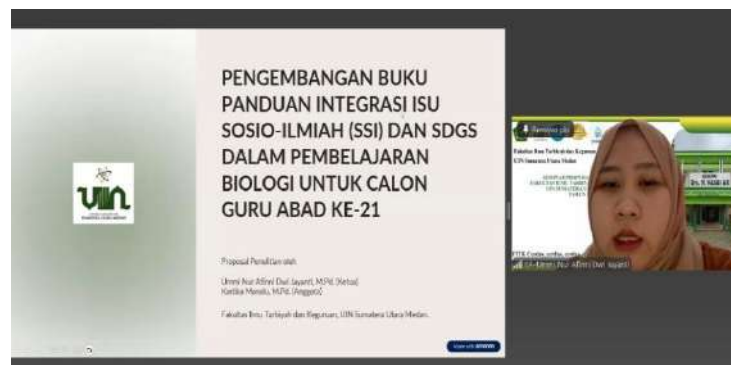


Medan, , 2025

  
**K. Nairani, NST**

**Pimpinan PT Cahaya Rahmat Rahmani**

**DOKUMENTASI KEGIATAN PENELITIAN  
FAKULTAS ILMU TARBIYAH DAN KEGRUUAN  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUMATERA UTARA MEDAN  
PENGEMBANGAN BUKU PANDUAN INTEGRASI ISU SOSIO-ILMIAH (SSI)  
DAN SDGS DALAM PEMBELAJARAN BIOLOGI UNTUK CALON GURU  
ABAD KE 21**



Seminar Proposal Penelitian



Rapat Awal Penelitian



Rapat Pembuatan Draft Buku Tahap I



Rapat Pembuatan Draft Buku Tahap II





## Rapat Persiapan FGD



### Focus Group Discussion (FGD)



## Rapat Perbaikan Hasil FGD dan Validasi



## Uji Kepraktisan



Uji Keefektifan



Rapat Persiapan Seminar Hasil dan Laporan Akhir



## Research Article

# Bridging Science, Society, and Sustainability: Pengembangan Buku Panduan Integrasi SSI dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi

Ummi Nur Afinni Dwi Jayanti <sup>a,1</sup>, Kartika Manalu <sup>b,2,\*</sup>

<sup>a,b</sup>, Department of Biology Education, Faculty of Tarbiyah and Teacher Training, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Jl. Williem Iskandar Ps. V, Medan Estate, Deli Serdang, Sumatera Utara

<sup>1</sup>ummiafinni@uinsu.ac.id\* <sup>2</sup>kartikamanalu@uinsu.ac.id\*

\*Corresponding author (WhastApp number: +6281532268417)

**Abstract:** This research arose from the need for learning resources that effectively integrate Socio-Scientific Issues (SSI) and the Sustainable Development Goals (SDGs) into biology education to prepare prospective teachers with 21st-century competencies. The study aimed to design and develop a guidebook for integrating SSI and SDGs in biology learning that is valid, practical, and effective in improving the pedagogical skills of future biology teachers. The research employed the 4D development model (Define, Design, Develop, Disseminate) proposed by Thiagarajan (1974) and was conducted from March to July 2025 in the Biology Education (Tadris Biologi) Program at UIN Sumatera Utara, Medan. The participants were students who had completed the Biology Learning Strategies course. Data were collected through questionnaires, document analysis, and expert validation. The findings revealed that both students and lecturers still require a systematic guide for integrating SSI and SDGs effectively into biology instruction. The developed guidebook includes theoretical foundations, applied examples, and contextual learning frameworks designed to foster critical thinking, collaboration, and scientific literacy. Validation results confirmed that the guidebook is feasible, practical, and effective for use in biology education. This study contributes to strengthening scientific literacy and sustainability awareness among prospective biology teachers, aligning with the demands of 21st-century education and the pursuit of the Sustainable Development Goals (SDGs).

## Citation:

**Keywords:** 21<sup>st</sup> century skills; Biology Learning; SDGs; Socio-Scientific Issues (SSI)

## 1. Introduction

Pendidikan biologi memiliki peran strategis dalam membentuk generasi yang memiliki literasi saintifik, kemampuan berpikir kritis, serta kesadaran terhadap isu-isu yang berkembang di masyarakat. Pembelajaran biologi yang ideal tidak hanya menekankan penguasaan konsep ilmiah, tetapi juga harus menghubungkan ilmu pengetahuan dengan kehidupan sosial dan keberlanjutan lingkungan. Pendekatan pembelajaran biologi yang mengintegrasikan sains, kehidupan sosial, dan keberlanjutan lingkungan terbukti efektif membentuk generasi yang tidak hanya cerdas secara akademik, tetapi juga peduli dan proaktif terhadap isu sosial dan lingkungan.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan mengintegrasikan isu sosio-ilmiah/*Socio-Scientific Issues* (SSI), yang menawarkan ruang pembelajaran berbasis isu nyata dan mengajak siswa atau calon guru untuk berpikir secara reflektif terhadap persoalan yang kompleks dan multidimensi. Penelitian oleh Sadler (2011, 2016) dan Zeidler dkk (2005) menunjukkan bahwa pendekatan SSI mampu mendorong keterampilan berpikir kritis, pengambilan keputusan berbasis data, dan sikap ilmiah dalam konteks kehidupan nyata.

Seiring dengan urgensi global terhadap keberlanjutan, pendidikan berbasis Sustainable Development Goals (SDGs) atau Education for Sustainable Development (ESD) juga mulai menjadi perhatian dalam dunia pendidikan, termasuk dalam

Received:

Revised:

Accepted:

Published:



Copyright © 2024, Adlini et al.

This is an open access article under the CC-BY-SA license

pembelajaran sains. UNESCO menekankan pentingnya integrasi SDGs dalam pembelajaran untuk membangun kesadaran global, kepedulian sosial, dan tanggung jawab terhadap masa depan planet. Dalam konteks ini, pendidikan biologi memegang peranan penting dalam sistem pendidikan global karena mampu menumbuhkan kesadaran lingkungan, etika ekologis, dan tanggung jawab sosial (Yi Hu dkk., 2025). Nilai-nilai yang berfokus pada lingkungan hidup, kesehatan, dan keseimbangan ekosistem memang menjadi inti dari pendidikan biologi yang selaras dengan tujuan SDGs.

Sayangnya, meskipun secara teoretis integrasi antara Socio-Scientific Issues (SSI) dan SDGs sangat relevan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran biologi, implementasinya di lapangan—khususnya dalam pendidikan calon guru di LPTK—masih jauh dari optimal. Penelitian menunjukkan bahwa calon guru dan guru di sekolah sering mengalami kesulitan dalam memahami prinsip-prinsip pembelajaran berbasis isu sosiosaintifik, serta menghadapi keterbatasan sumber daya, baik dari segi bahan ajar maupun fasilitas pendukung (Harefa, 2025; Rifa'i & Subiantoro, 2022; Widad dkk., 2025). Selain itu, pengembangan desain instruksional dan media pembelajaran yang mengintegrasikan SSI dan SDGs masih sangat terbatas, sehingga calon guru belum memiliki panduan praktis yang dapat diadaptasi dalam praktik pembelajaran (Rifa'i & Subiantoro, 2022). Guru dan calon guru juga melaporkan rendahnya literasi siswa serta tantangan dalam memotivasi siswa untuk terlibat aktif dalam pembelajaran berbasis SSI, yang pada akhirnya berdampak pada efektivitas integrasi SDGs dalam pembelajaran (Widad dkk., 2025). Kurangnya pelatihan, minimnya pengembangan bahan ajar kontekstual, serta perubahan kurikulum yang dinamis semakin memperkuat kebutuhan akan penguatan kapasitas dan dukungan sistematis bagi calon guru agar mampu mengimplementasikan integrasi SSI dan SDGs secara efektif (Harefa, 2025; Putra dkk., 2025; Widad dkk., 2025). Dengan demikian, terdapat kesenjangan nyata antara urgensi teoretis dan praktik di lapangan, yang menegaskan perlunya inovasi dan pengembangan bahan ajar serta pelatihan khusus di LPTK untuk mendukung integrasi SSI dan SDGs dalam pembelajaran biologi.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan upaya implementasi pendekatan SSI dan integrasi SDGs dalam pembelajaran, namun sebagian besar fokus pada pembelajaran siswa sekolah menengah atau konteks tertentu di kelas sains umum. Misalnya, penelitian oleh Khishfe (2012) menekankan pentingnya pembelajaran SSI dalam membentuk argumentasi ilmiah pada siswa SMA, sementara studi oleh Uitto dkk. (2011) menyoroti persepsi guru terhadap keberlanjutan dalam pendidikan sains. Meski memberi kontribusi penting, kajian-kajian tersebut belum menyoroti pengembangan bahan ajar berbasis SSI dan SDGs yang ditujukan untuk calon guru biologi secara spesifik. Belum banyak dikembangkan sumber belajar atau buku panduan yang secara terstruktur memandu mahasiswa calon guru dalam menerapkan pembelajaran berbasis isu sosial-ilmiah dan keberlanjutan secara bersamaan.

Kondisi ini mencerminkan kebutuhan akan sumber belajar yang kontekstual dan aplikatif, yang tidak hanya menyampaikan materi, tetapi juga melatih calon guru dalam merancang pembelajaran biologi yang menyentuh realitas sosial dan global. Dalam konteks pendidikan calon guru, keberadaan buku panduan yang memuat strategi pengintegrasian SSI dan SDGs dapat menjadi jembatan antara teori yang dipelajari dengan praktik mengajar yang akan dilakukan di lapangan. Buku panduan semacam ini perlu disusun berdasarkan prinsip pedagogi modern, dilengkapi dengan studi kasus, lembar kerja, serta panduan reflektif yang dapat digunakan secara mandiri maupun kolaboratif dalam kegiatan perkuliahan. Pengembangan bahan ajar yang demikian tidak hanya menjawab tantangan pembelajaran biologi masa kini, tetapi juga memberikan kontribusi nyata terhadap penguatan kompetensi calon guru abad ke-21. Guru yang mampu memahami dan mengajarkan isu sains dalam konteks sosial dan global adalah guru yang siap menjadi agen perubahan.

Meskipun integrasi SSI dan SDG dalam pembelajaran biologi diakui penting untuk mendukung pendidikan berkelanjutan, penelitian menunjukkan bahwa pengembangan buku panduan atau bahan ajar yang secara sistematis menggabungkan kedua aspek ini masih sangat terbatas. Guru dan calon guru seringkali mengalami kesulitan dalam merancang pembelajaran yang mengaitkan SSI dengan SDGs karena kurangnya sumber daya, model, dan panduan praktis yang dapat diadaptasi untuk konteks kelas (Bayram-Jacobs dkk., 2019; Cantó dkk., 2025; Faisal & Martin, 2022; Faizah dkk., 2024; Ferrer-Estévez & Chalmeta, 2021; Hernández-Ramos dkk., 2021; Stouthart dkk., 2023). Studi-studi yang ada lebih banyak berfokus pada pengembangan modul, pelatihan guru, atau inovasi pembelajaran berbasis proyek, namun belum banyak yang mengembangkan buku panduan komprehensif yang dapat digunakan secara luas untuk mendukung integrasi SSI dan SDGs dalam kurikulum biologi (Faizah dkk., 2024; Ferrer-Estévez & Chalmeta, 2021; Hernández-Ramos dkk., 2021; Stouthart dkk., 2023).

Selain itu, tantangan dalam implementasi di lapangan, seperti keterbatasan pemahaman guru, resistensi terhadap inovasi pedagogis, dan kurangnya pelatihan khusus, semakin menegaskan perlunya pengembangan buku panduan yang aplikatif, kontekstual, dan berbasis kebutuhan nyata di sekolah (Bayram-Jacobs dkk., 2019; Cantó dkk., 2025; Faisal & Martin, 2022; Ferrer-Estévez & Chalmeta, 2021; Hernández-Ramos dkk., 2021; Stouthart dkk., 2023). Dengan demikian, pengembangan buku panduan integrasi SSI dan SDGs dalam pembelajaran biologi merupakan area riset yang masih terbuka lebar dan memiliki potensi novelty yang tinggi, baik dari sisi desain, konten, maupun strategi implementasinya. Oleh karena itu, pengembangan buku panduan integratif ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengayaan bahan ajar di LPTK dan mendorong hadirnya praktik pembelajaran biologi yang lebih kritis, reflektif, dan berorientasi pada keberlanjutan.

## **2. Materials and Methods**

### **2.1 Types of research**

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (developmental research) yang mencakup tiga komponen utama, yaitu model pengembangan, prosedur pengembangan, dan uji coba produk. Penelitian ini menggunakan model pengembangan 4D yang dikemukakan oleh Thiagarajan (1974), yang terdiri atas empat tahap utama: *Define* (pendefinisian), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan), dan *Disseminate* (penyebarluasan). Tahap *Define* (pendefinisian) meliputi lima sub-tahapan, yaitu: (1) analisis awal–akhir, (2) analisis peserta didik, (3) analisis konsep, (4) analisis tugas, dan (5) perumusan tujuan. Analisis awal–akhir dilakukan untuk mengidentifikasi kesenjangan antara kondisi ideal pembelajaran abad ke-21—yang menuntut penguasaan keterampilan berpikir kritis, kolaboratif, komunikatif, dan kreatif—dengan kondisi aktual di lapangan yang masih terbatas pada penggunaan bahan ajar teoretis.

Analisis peserta didik bertujuan memahami karakteristik, pengetahuan awal, serta kesiapan mahasiswa calon guru biologi dalam mengaitkan konsep biologi dengan isu sosio-ilmiah (Socio-Scientific Issues/SSI) dan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (Sustainable Development Goals/SDGs). Analisis konsep digunakan untuk mengidentifikasi keterkaitan antara materi biologi dan konteks SDGs, sedangkan analisis tugas difokuskan pada penelaahan peran serta tanggung jawab calon guru biologi dalam merancang dan melaksanakan pembelajaran yang berorientasi pada SSI dan SDGs. Langkah terakhir, yaitu perumusan tujuan, berfokus pada penentuan kompetensi yang diharapkan melalui pengembangan buku panduan, meliputi keterampilan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, komunikasi, serta kesadaran terhadap isu global seperti perubahan iklim, teknologi, dan kesehatan masyarakat.

Tahap *Design* (perancangan) mencakup penyusunan struktur buku panduan, pemilihan materi, serta integrasi prinsip-prinsip SSI dan SDGs—seperti keberlanjutan lingkungan, kesehatan global, dan kemajuan teknologi—ke dalam konten pembelajaran. Desain visual dan tata letak buku disusun secara menarik dan edukatif untuk meningkatkan keterlibatan dan pemahaman mahasiswa. Selain itu, disiapkan pula instrumen penilaian untuk mengukur efektivitas buku dalam mendukung keterampilan abad ke-21.

Tahap *Develop* (pengembangan) melibatkan proses pembuatan prototipe buku panduan, yang mencakup penulisan konten, desain visual, dan tata letak. Buku kemudian divalidasi oleh ahli di bidang pembelajaran biologi, SSI, dan SDGs. Setelah validasi, dilakukan uji coba terbatas pada mahasiswa yang telah menempuh mata kuliah Strategi Pembelajaran Biologi. Uji kepraktisan dan keefektifan dilakukan untuk menilai sejauh mana buku panduan dapat meningkatkan kompetensi pedagogik mahasiswa dalam merancang pembelajaran berbasis SSI dan SDGs. Umpan balik dari tahap ini digunakan untuk menyempurnakan isi dan struktur buku.

Tahap *Disseminate* (penyebarluasan) bertujuan untuk memperluas penggunaan buku panduan kepada khalayak yang lebih luas, khususnya program studi pendidikan biologi di perguruan tinggi. Penyebarluasan dilakukan melalui jejaring akademik, dosen tamu, media sosial, dan publikasi ilmiah guna meningkatkan aksesibilitas serta pemanfaatan buku panduan dalam memperkuat keterampilan abad ke-21, literasi sains, dan pendidikan berkelanjutan.

## 2.2 Research Subjects and Objects

Subjek penelitian ini adalah mahasiswa semester 5 dan 7 Program Studi Tadris Biologi, Fakultas Ilmu Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan, yang telah menempuh atau sedang mengambil mata kuliah Strategi Pembelajaran Biologi dan Perencanaan Pembelajaran Biologi.

## 2.3 Data Types and Sources

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh secara langsung dari hasil penelitian di lapangan, meliputi hasil analisis kebutuhan yang dikumpulkan melalui penyebaran angket kepada mahasiswa dan dosen untuk mengidentifikasi kebutuhan sumber belajar yang relevan dengan integrasi *Socio-Scientific Issues* (SSI) dan *Sustainable Development Goals* (SDGs) dalam pembelajaran Biologi. Selain itu, data primer juga mencakup hasil tes pengetahuan mahasiswa calon guru biologi yang bertujuan untuk mengukur literasi berkelanjutan. Data lainnya berupa hasil validasi ahli yang menilai kelayakan isi, relevansi konteks SDGs, serta kesesuaian buku panduan dengan kebutuhan pembelajaran abad ke-21.

Selanjutnya, data hasil uji kepraktisan dan keefektifan diperoleh melalui angket dan observasi terhadap implementasi buku panduan pada mahasiswa Program Studi Tadris Biologi. Sementara itu, data sekunder mencakup hasil penelitian terdahulu, buku teks, serta artikel ilmiah yang berkaitan dengan integrasi SSI, SDGs, dan penguatan keterampilan abad ke-21 dalam pendidikan biologi, serta berbagai sumber referensi teoretis yang mendukung pengembangan model pembelajaran dan penyusunan buku panduan berbasis kurikulum Merdeka.

## 2.4 Data collection technique

Data dikumpulkan menggunakan beberapa instrumen, yaitu:

(1) Analisis kebutuhan, melalui lembar kajian literatur, angket untuk dosen dan mahasiswa, serta tes pengetahuan mengenai keterampilan abad ke-21 dan isu sosio-ilmiah, termasuk kaitannya dengan SDG 3 (Kesehatan yang Baik), SDG 4 (Pendidikan Berkualitas), dan SDG 13 (Penanganan Perubahan Iklim).

- (2) Lembar validasi ahli, menggunakan skala Likert dan kolom komentar untuk memperoleh masukan kualitatif terkait keakuratan isi, kesesuaian konteks SDGs, dan relevansi pedagogis.
- (3) Angket kepraktisan, disebarakan kepada dosen dan mahasiswa untuk menilai kemudahan penggunaan serta manfaat buku panduan dalam pembelajaran.

## 2.5 Data Analysis Techniques Data Analysis Techniques

Data yang dikumpulkan kemudian dianalisis dengan menggunakan metode kuantitatif (rumus 1) dan deskriptif. Selanjutnya, hasil analisis data mengenai validitas dan kepraktisan modul diinterpretasikan dengan menggunakan kriteria yang terdapat pada Tabel 1.

$$\text{Percentage (100\%)} = \frac{\text{score obtained}}{\text{score maximum}} \times 100\% \dots \text{Formula 1}$$

**Tabel 1. Kriteria hasil uji kevalidan dan kepraktisan**

Percentage	Criteria
80.0-100.00	Highy Valid/Highy Practical
60.00-79.00	Valid/Practical
50.00-59.99	Quite Valid/Quite Practical
00.00-49.99	Invalid/Not Practical

(Riduwan & Akdon, 2010)

Keefektifan buku panduan dianalisis menggunakan N-Gain, dengan kategori sebagai berikut: (a) Tinggi ( $g > 0,7$ ); (b) Sedang ( $0,3 < g < 0,7$ ) dan Rendah ( $g < 0,3$ ),

## 3. Results

### 3.1. Define phase

#### 3.1.1 Front-End Analysis

Analisis Awal Akhir (Front-End Analysis) dilakukan melalui angket kepada 6 dosen dan 45 mahasiswa yang telah mengambil mata kuliah Strategi Pembelajaran Biologi. Hasil menunjukkan bahwa pemahaman mahasiswa terhadap konsep Socio-Scientific Issues (SSI) sebesar 86,3% dan Sustainable Development Goals (SDGs) sebesar 96,1%. Mayoritas responden (98%) menyadari keterkaitan erat antara SSI dan SDGs dengan topik biologi, namun penerapannya dalam pembelajaran masih terbatas pada tataran konseptual. Diperlukan bahan ajar kontekstual yang membantu mahasiswa menerapkan kedua konsep tersebut secara praktis.

Sebagian besar mahasiswa (78,4%) pernah mengaitkan topik biologi dengan SSI dan 72,5% dengan SDGs, terutama pada materi ekosistem, bioteknologi, dan genetika. Namun, implementasi pedagogisnya masih minim. Mereka membutuhkan panduan yang sistematis agar mampu mengintegrasikan isu sosio-ilmiah dan keberlanjutan secara efektif dalam perencanaan pembelajaran.

Analisis kendala menunjukkan tiga permasalahan utama: (1) keterbatasan referensi tentang penerapan SSI dan SDGs dalam biologi, (2) kurangnya pemahaman terhadap sintaks pembelajaran berbasis isu sosio-ilmiah, dan (3) terbatasnya waktu untuk mengeksplorasi isu aktual. Hal ini menegaskan perlunya pengembangan sumber belajar yang aplikatif dan relevan dengan tuntutan abad ke-21.

Berdasarkan hasil survei, topik prioritas yang paling diinginkan mahasiswa untuk dimuat dalam buku panduan adalah bioteknologi dan dampak sosial (52,9%), ekologi dan perubahan iklim (52,9%), serta kesehatan dan gaya hidup (49%). Bentuk pembelajaran yang paling diharapkan ialah project-based learning, studi kasus, dan diskusi kelas karena bersifat aktif dan kontekstual.

Sebagian besar responden (51%) menginginkan buku panduan dalam bentuk e-book, diikuti modul interaktif (41,2%) dan video pendukung (37,3%). Selain itu, 74,5% berharap buku ini dapat mempermudah integrasi SSI–SDGs dalam kurikulum, meningkatkan kemampuan berpikir kritis (58,8%), dan menambah variasi strategi pembelajaran (45,1%).

Temuan tahap Define ini menjadi dasar bagi tahap Design, di mana buku panduan akan dikembangkan untuk: (1) memberikan penjelasan teoretis komprehensif tentang SSI dan SDGs; (2) menawarkan model pembelajaran yang sistematis dan kontekstual; (3) menyajikan contoh kasus nyata disertai panduan refleksi; serta (4) memperkuat literasi ilmiah, sosial, dan etika calon guru biologi abad ke-21.

### 3.1.2 *Learner Analysis*

Tahap analisis peserta didik bertujuan memperoleh gambaran komprehensif mengenai karakteristik, kebutuhan, dan tingkat literasi berkelanjutan mahasiswa calon guru biologi sebagai dasar pengembangan buku panduan integrasi SSI dan SDGs. Melalui penyebaran angket kepada 220 mahasiswa, diperoleh data bahwa rata-rata literasi SDGs mencapai 35,7 dari 40, menunjukkan pemahaman konseptual yang kuat namun masih bersifat faktual dan belum aplikatif dalam konteks pembelajaran biologi. Mahasiswa memiliki sikap positif terhadap isu lingkungan, dengan 98% setuju pentingnya pelestarian sumber daya alam, meskipun sebagian masih ragu terhadap dampak tindakan kecil. Mereka juga menunjukkan niat baik dalam bertindak, seperti pengelolaan sampah dan pembuatan kompos, tetapi masih kurang memahami peran individu dalam perubahan kolektif. Dari sisi pedagogis, calon guru telah memiliki kesiapan kognitif dan afektif yang baik, namun masih membutuhkan bimbingan konkret untuk mengintegrasikan nilai-nilai keberlanjutan ke dalam rancangan pembelajaran biologi.

Mayoritas responden berusia 18–21 tahun, berada pada fase awal pembentukan identitas profesional, dengan antusiasme tinggi terhadap isu global namun keterbatasan pengalaman dalam menerapkan pendekatan SSI–SDGs. Mereka membutuhkan contoh konkret, panduan langkah argumentasi ilmiah, dan strategi fasilitasi diskusi agar mampu menerjemahkan teori menjadi praktik. Oleh karena itu, buku panduan yang akan dikembangkan perlu bersifat transformatif—tidak hanya memberikan informasi konseptual, tetapi juga menyediakan skenario pembelajaran, rubrik penilaian, dan refleksi kontekstual yang mendorong kemampuan berpikir sistemik, reflektif, dan kolaboratif calon guru biologi abad ke-21.

### 3.1.3 *Concept Analysis*

Analisis konsep dilakukan untuk menelaah keterkaitan antara konsep Socio-Scientific Issues (SSI) dan aspek Sustainable Development Goals (SDGs) dalam konteks pembelajaran biologi. Berdasarkan hasil analisis kebutuhan dan kajian literatur (Fonseca dkk., 2020), pembelajaran sains yang berorientasi SDGs menuntut keseimbangan antara tiga dimensi pembangunan berkelanjutan—ekonomi, sosial, dan lingkungan. Integrasi antara SSI dan SDGs menjadikan pembelajaran biologi tidak hanya berfokus pada penguasaan pengetahuan ilmiah, tetapi juga berperan dalam pengembangan kesadaran sosial, tanggung jawab ekologis, serta kemampuan pengambilan keputusan etis. Dengan demikian, konsep SSI–SDGs menempatkan pendidikan biologi sebagai sarana pembentukan scientific citizenship, yaitu peserta didik yang mampu berpikir kritis, menganalisis dampak sosial dari sains, serta berpartisipasi aktif dalam pemecahan isu global seperti perubahan iklim, kesehatan, dan keanekaragaman hayati.

Selaras dengan pandangan Viehmann dkk. (2024), SSI berfungsi sebagai jembatan antara pembelajaran ilmiah dan pendidikan kewarganegaraan (citizenship education). Melalui pendekatan ini, sains tidak hanya dipahami sebagai pengetahuan teoretis, tetapi

juga sebagai dasar untuk menilai dan mengambil keputusan dalam konteks sosial dan moral. SSI memperkuat Vision III Scientific Literacy, yaitu kemampuan menggunakan sains untuk tindakan sosial yang bertanggung jawab. Dalam konteks pendidikan calon guru biologi, pemahaman terhadap konsep ini penting agar mereka tidak hanya mengenal SDGs secara konseptual, tetapi juga mampu mengintegrasikannya ke dalam pembelajaran yang kontekstual, reflektif, dan berorientasi aksi.

Lebih lanjut, hasil kajian Viehmann dkk. (2024) mengidentifikasi empat tema utama SSI yang paling dominan digunakan dalam pembelajaran sains, khususnya biologi. Pertama, isu lingkungan (Environmental Issues) yang mencakup perubahan iklim, pelestarian ekosistem, sumber energi, pengelolaan limbah, dan pembangunan berkelanjutan, berkaitan erat dengan SDG 7 (Affordable and Clean Energy), SDG 12 (Responsible Consumption and Production), SDG 13 (Climate Action), dan SDG 15 (Life on Land). Kedua, isu genetika (Genetics Issues) yang meliputi literasi genetika, modifikasi genetik, serta etika penggunaan bioteknologi, berhubungan dengan SDG 3 (Good Health and Well-Being) dan SDG 9 (Industry, Innovation, and Infrastructure). Ketiga, isu kesehatan (Health Issues) seperti penyakit menular, bioteknologi medis, efek zat kimia, dan kesehatan masyarakat yang relevan dengan SDG 3 dan SDG 6 (Clean Water and Sanitation). Keempat, isu lokal dan budaya (Local/Cultural SSI) yang meliputi persoalan sosial-budaya, pengelolaan sumber daya lokal, serta kesetaraan sosial, sejalan dengan SDG 4 (Quality Education), SDG 5 (Gender Equality), dan SDG 10 (Reduced Inequalities).

Dengan memperhatikan keempat kelompok tema tersebut, integrasi SSI–SDGs dalam pembelajaran biologi dapat memperluas wawasan calon guru untuk menghubungkan materi biologi seperti ekosistem, genetika, anatomi tubuh manusia, dan bioteknologi dengan isu global maupun lokal yang relevan dengan kehidupan nyata. Melalui cara ini, pembelajaran biologi tidak hanya membangun scientific knowledge, tetapi juga menumbuhkan kesadaran sosial dan nilai keberlanjutan. Sebagai tindak lanjut praktis dari hasil analisis konsep, desain buku panduan pembelajaran perlu menampilkan peta integrasi SSI–SDGs–materi biologi guna memperjelas hubungan antar domain tersebut. Setiap bab sebaiknya diawali dengan konsep biologi yang dikaitkan dengan isu global, seperti hubungan antara konsep ekosistem dan perubahan lingkungan dengan SDG 13 (Climate Action), atau keterkaitan antara konsep genetika dan SDG 3 (Good Health and Well-Being). Selain itu, buku panduan juga perlu dilengkapi dengan studi kasus yang memperkuat keterhubungan antara aspek sains, sosial, dan nilai. Pendekatan tersebut tidak hanya memperjelas makna pembelajaran, tetapi juga menumbuhkan kesadaran kritis dan empati ilmiah pada calon guru biologi, sehingga mereka dapat berperan sebagai pendidik yang reflektif, kontekstual, dan berwawasan global.

#### *3.1.4 Task Analysis*

Analisis tugas difokuskan pada identifikasi kemampuan dan tanggung jawab calon guru biologi dalam mengimplementasikan pembelajaran berbasis SSI–SDGs. Berdasarkan hasil survei awal, calon guru sudah memiliki pemahaman konseptual yang baik tentang SDGs, namun masih menghadapi kesulitan dalam menghubungkan isu global dengan kegiatan pembelajaran konkret seperti penyusunan RPP, pengelolaan diskusi berbasis dilema ilmiah, dan penilaian argumentasi siswa. Kondisi ini menandakan adanya kesenjangan antara readiness to learn dan readiness to apply. Oleh karena itu, buku panduan perlu menyediakan panduan eksplisit yang sistematis untuk membantu calon guru memahami tahapan pembelajaran berbasis SSI, mulai dari identifikasi isu, eksplorasi konsep biologi yang relevan, analisis nilai dan dampak sosial, hingga perumusan solusi dan refleksi.

Berdasarkan Viehmann dkk. (2024), tugas guru dalam konteks SSI bukan hanya menyampaikan materi ilmiah, tetapi juga berperan sebagai fasilitator dialog ilmiah, sosial, dan moral di kelas. Guru diharapkan mampu memandu siswa untuk menimbang bukti, berargumentasi secara ilmiah, dan mengambil keputusan etis terhadap isu sains kontemporer. Tugas ini menuntut penguasaan Pedagogical Content Knowledge (PCK) berbasis SSI serta kemampuan mengelola pembelajaran kolaboratif dan reflektif. Selain itu, guru perlu menanamkan kesadaran bahwa perubahan menuju keberlanjutan dimulai dari tindakan kecil dalam konteks lokal yang berkontribusi pada tujuan global SDGs. Oleh sebab itu, buku panduan harus berfungsi sebagai scaffolding tool yang membantu guru bergerak dari pemahaman konseptual menuju praktik pedagogis yang kritis, kreatif, dan berorientasi aksi nyata.

### *3.1.5 Goal Specification*

Tahap ini dilakukan untuk merumuskan arah dan sasaran yang jelas agar proses pengembangan buku panduan pembelajaran SSI–SDGs bagi calon guru biologi berjalan terarah, terukur, dan berorientasi pada penguatan kompetensi abad ke-21. Berdasarkan hasil analisis sebelumnya—meliputi analisis awal akhir, analisis peserta didik, analisis konsep, dan analisis tugas—diperlukan pengembangan buku panduan yang mampu mengintegrasikan SSI dan SDGs dalam pembelajaran biologi secara kontekstual dan aplikatif. Buku ini tidak hanya berfungsi sebagai sumber teori, tetapi juga sebagai panduan pedagogis untuk menumbuhkan kemampuan berpikir kritis, kolaboratif, dan reflektif calon guru dalam menghadapi isu global dan lokal yang relevan dengan kehidupan nyata.

Penyusunan buku panduan ini diarahkan untuk memperkuat kemampuan calon guru dalam merancang dan melaksanakan pembelajaran berbasis isu-isu sosio-ilmiah dan keberlanjutan. Setiap materi diharapkan memuat keterkaitan antara konsep biologi dan isu global, seperti perubahan iklim, kesehatan masyarakat, pelestarian ekosistem, dan bioteknologi, yang diselaraskan dengan tujuan SDGs. Selain itu, pembahasan perlu disertai dengan contoh konkret, studi kasus, serta peta integrasi SSI–SDGs–materi biologi untuk memudahkan pemahaman konseptual dan aplikatif. Buku ini diharapkan dapat menjadi media transformatif yang membekali calon guru biologi agar mampu menerapkan pembelajaran yang berorientasi pada literasi sains, keberlanjutan, dan tanggung jawab sosial sebagai karakter pendidik abad ke-21.

Berdasarkan seluruh hasil analisis tersebut, maka spesifikasi tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan buku panduan pembelajaran berbasis SSI dan SDGs dengan inovasi sebagai berikut:

- 1) Memuat secara eksplisit integrasi antara konsep biologi, isu sosio-ilmiah, dan tujuan SDGs yang relevan, sehingga setiap topik memiliki keterkaitan antara pengetahuan ilmiah, nilai sosial, dan tindakan nyata dalam konteks keberlanjutan.
- 2) Menampilkan peta integrasi SSI–SDGs–materi biologi untuk memperkuat hubungan antar domain sains, sosial, dan etika, serta membantu calon guru memahami relevansi antar topik global dan lokal.
- 3) Menyajikan skenario pembelajaran dan contoh RPP berbasis SSI–SDGs, disertai aktivitas reflektif, proyek, dan panduan argumentasi ilmiah yang mendorong keterampilan abad ke-21 (critical thinking, creative thinking, collaboration, communication).
- 4) Menyediakan studi kasus di setiap bab, yang mengaitkan konsep biologi dengan isu global seperti perubahan iklim, kesehatan, energi, dan keanekaragaman hayati.

Dengan demikian, buku panduan yang dikembangkan diharapkan mampu menjadi sarana pembelajaran inovatif yang mendukung calon guru biologi dalam mengembangkan kemampuan berpikir ilmiah, sosial, dan etis; menumbuhkan



kepedulian terhadap isu keberlanjutan; serta membentuk karakter guru abad ke-21 yang berperan sebagai agen perubahan menuju masyarakat berkelanjutan.

### 3.2. *Design phase*

Tahap Design bertujuan untuk merancang bentuk, struktur, serta komponen utama buku panduan yang akan dikembangkan berdasarkan hasil analisis pada tahap Define. Pada tahap ini, rancangan produk disusun agar sesuai dengan karakteristik calon guru biologi abad ke-21, yang dituntut memiliki kemampuan berpikir kritis, kreatif, kolaboratif, komunikatif, dan berwawasan keberlanjutan (*sustainability mindset*). Oleh karena itu, desain buku panduan difokuskan untuk mencerminkan integrasi antara SSI dan SDGs dalam pembelajaran biologi secara kontekstual, reflektif, dan aplikatif.

#### (1) **Struktur Umum Buku Panduan**

Struktur buku panduan dirancang secara sistematis agar mudah dipahami dan digunakan oleh calon guru maupun dosen pengampu mata kuliah terkait. Setiap bab dirancang berorientasi pada pengembangan keterampilan berpikir ilmiah dan sosial, serta penerapan nilai-nilai keberlanjutan. Adapun struktur umum buku panduan tersaji pada 1 berikut.

**Tabel 4.1. Struktur Umum Buku Panduan**

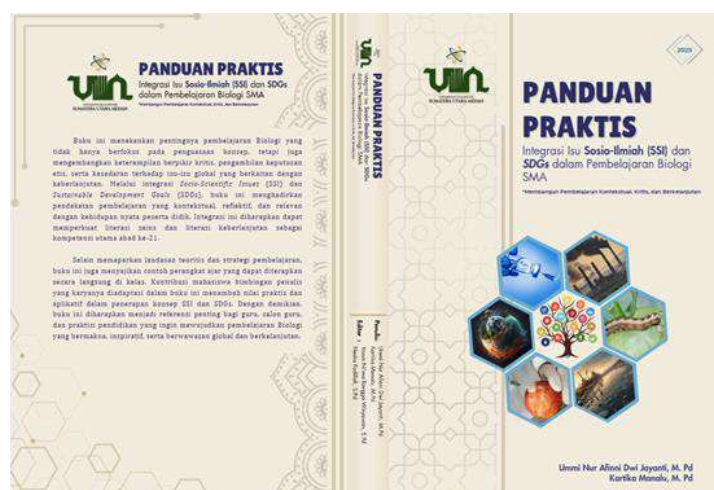
Bagian Buku	Isi dan Fungsi
Bagian Awal	Cover, Halaman Judul, Kata Pengantar, Daftar Isi, Daftar Tabel, dan Daftar Gambar.
Bab I Pendahuluan	Menjelaskan urgensi integrasi SSI–SDGs dalam pembelajaran biologi dan pengembangan buku panduan
Bab II Isu Sosio-Ilmiah dalam Pembelajaran Biologi SMA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjelaskan konsep dan karakteristik SSI yang relevan untuk biologi SMA.</li> <li>• Menyajikan contoh isu nyata (lingkungan, kesehatan, bioteknologi) yang bisa dijadikan konteks pembelajaran.</li> </ul>
Bab III Aspek SDGs dalam Pembelajaran Biologi SMA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menjelaskan tujuan dan prinsip SDGs.</li> <li>• Mengaitkan tiap SDG dengan materi biologi SMA (ekosistem, genetika, kesehatan, bioteknologi).</li> </ul>
Bab IV Integrasi SSI dan SDGs sebagai Konteks dalam Pembelajaran Biologi SMA	Menyediakan peta integrasi SSI–SDGs–materi biologi untuk memudahkan guru dalam perancangan pembelajaran (dikaitkan dengan Kompetensi Dasar Kurikulum 2013 dan Capaian Pembelajaran Kurikulum Merdeka)
Bab V Penjabaran Isu Nyata dalam Materi Biologi: SSI dan SDGs sebagai Panduan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menyajikan mapping materi biologi ke isu SSI dan SDGs</li> <li>• Menyediakan studi kasus lokal dan global (misal: pencemaran plastik, bioetika genetika, energi terbarukan).</li> </ul>
Bab VI. Perangkat Pembelajaran Biologi Berbasis Konteks SSI dan SDGs	Memberikan panduan desain RPP, modul ajar, dan lembar kegiatan siswa berbasis SSI–SDGs.

#### (2) **Desain Visual dan Format Penyajian**

Buku panduan ini dirancang dengan pendekatan multimodal untuk menumbuhkan minat belajar serta memperkuat pemahaman konseptual. Setiap bab menyajikan tabel analisis yang menampilkan keterkaitan antara topik biologi, SSI, dan tujuan SDGs sehingga pembaca dapat dengan mudah memahami hubungan antar konsep. Selain itu, ikon visual tematik SDGs ditampilkan agar pembaca langsung mengenali relevansi setiap materi. Studi kasus yang disajikan bersifat kontekstual, baik lokal maupun global, misalnya pengelolaan sampah plastik di sekolah (SDG 12), dampak perubahan iklim terhadap keanekaragaman hayati (SDG 13 & 15), serta bioetika teknologi reproduksi (SDG 3 & 5). Isi buku menggabungkan pendekatan ilmiah dengan nilai-nilai etis dan sosial, sehingga pembelajaran biologi tidak hanya bersifat konseptual, tetapi juga kontekstual dan aplikatif. Pada bab Penjabaran Isu Nyata dalam Materi Biologi: SSI dan SDGs sebagai Panduan, dimulai dengan pemantik isu berupa narasi, gambar, atau berita terkini, yang bertujuan membangkitkan rasa ingin tahu. Selain itu disertai pertanyaan argumentatif yang dikaitkan dengan konsep biologi lalu dianalisis dari berbagai aspek (agama, ekonomi, sosial, budaya).

### 3.3 Develop phase

Berdasarkan hasil tahap Design, buku panduan disusun dalam bentuk prototipe awal dengan memperhatikan aspek isi, penyajian, bahasa, dan tampilan visual. Penyusunan dilakukan menggunakan prinsip multimodal learning resources yang menggabungkan teks naratif, tabel analisis, dan studi kasus. Setiap bab disusun mengikuti alur logis dari pemahaman konsep hingga penerapan nilai keberlanjutan. Selain itu, pada tahap ini juga dilakukan pengujian produk, yaitu uji kevalidan, uji kepraktisan dan uji keefektifan. Cover buku didesain menggunakan aplikasi Canva dan dibuat semenarik mungkin (Gambar 4.6).



**Gambar 1. Cover buku panduan**

Rancangan materi dan konsep buku yang telah dibuat pada tahap sebelumnya disusun sesuai outline dan dijadikan satu buku utuh. Komponen utama prototipe buku panduan yang dikembangkan tersaji pada Tabel 2 berikut.

**Tabel 2 Struktur Umum Buku Panduan**

Bagian Buku	Isi dan Fungsi
Bagian Awal	Cover, Halaman Judul, Kata Pengantar, Daftar Isi, Daftar Tabel, dan Daftar Gambar.
Bab I Pendahuluan	Menjelaskan urgensi integrasi SSI–SDGs dalam pembelajaran biologi dan pengembangan buku panduan

Bagian Buku	Isi dan Fungsi
Bab II Isu Sosio-Ilmiah dalam Pembelajaran Biologi SMA	a. Definisi Isu Sosio Ilmiah (SSI) dalam Konteks Pendidikan Sains b. Jenis dan Contoh Isu Sosio-Ilmiah dalam Biologi c. Urgensi Integrasi SSI dalam Pembelajaran Biologi SMA d. Tantangan dan Solusi Integrasi SSI dalam Pembelajaran Biologi SMA
Bab III Aspek SDGs dalam Pembelajaran Biologi SMA	a. Definisi dan Sejarah SDGs b. Pilar Utama SDGs c. Pentingnya Integrasi SDGs dalam Pendidikan Abad ke-21 d. Peran Sains dan Biologi dalam Mewujudkan SDGs e. Integrasi SDGs melalui Materi Pokok Biologi Sekolah
Bab IV Integrasi SSI dan SDGs sebagai Konteks dalam Pembelajaran Biologi SMA	a. Analisis Kompetensi Dasar/Capaian Pembelajaran Biologi yang relevan dengan SSI dan SDGs b. Pemetaan Materi Biologi dengan SSI dan Aspek SDGs pada Kurikulum 2013 dan Kurikulum Merdeka
Bab V Penjabaran Isu Nyata dalam Materi Biologi: SSI dan SDGs sebagai Panduan	a. Menyajikan mapping materi biologi ke isu SSI dan SDGs b. Perubahan iklim dan efek gas rumah kaca c. Pencemaran lingkungan dan daur ulang d. Hama pada lahan pertanian dan upaya penanggulangannya e. Erupsi gunung berapi f. Kepunahan ikan Batak di Danau Toba g. Tren mukbang h. Tren diet modern i. Pernikahan dini j. Rokok vs Vape k. Bekam
Bab VI. Perangkat Pembelajaran Biologi Berbasis Konteks SSI dan SDGs	Memberikan panduan desain RPP, modul ajar, dan lembar kegiatan siswa berbasis SSI-SDGs.
Bagian Akhir	Daftar Pustaka dan identitas penulis

### 3.3.1 Expert Appraisal

Tahap validasi bertujuan untuk memastikan kualitas isi, kejelasan penyajian, dan kesesuaian desain buku dengan kebutuhan pengguna. Proses validasi dilakukan oleh tiga kelompok ahli yang tersaji pada Tabel 3.

**Tabel 3 Aspek Penilaian Validator Ahli**

Jenis Ahli	Fokus Validasi	Kriteria Penilaian
Ahli Isu Sosio-Ilmiah (SSI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kesesuaian konten dengan konsep biologi, SSI, dan SDGs.</li> <li>Ketepatan hubungan antar topik dan peta integrasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Keakuratan materi</li> <li>Kemutakhiran materi</li> <li>Kesesuaian isu SSI</li> <li>Kesesuaian isu SSI dengan materi biologi yang dijabarkan</li> </ul>

Jenis Ahli	Fokus Validasi	Kriteria Penilaian
	SSI–SDGs–materi biologi. • Kedalaman konsep ilmiah dan relevansi isu.	• Keterkaitan model pembelajaran dengan isu SSI • Kesesuaian integrasi SSI dalam perangkat pembelajaran
<b>Ahli Pembelajaran Biologi</b>	• Kesesuaian dengan sintaks pembelajaran SSI–SDGs. • Keterpaduan antara teori, praktik, dan evaluasi. • Keterbacaan dan daya tarik pedagogis.	• Aspek kelayakan isi pembelajaran biologi • Aspek Kesesuaian Pendekatan Pembelajaran • Aspek Keterbacaan dan Kemenarikan Penyajian • Aspek Kebermanfaatan Buku
<b>Ahli Sustainable Development Goals (SDGs)</b>	• Keterbacaan bahasa bagi mahasiswa calon guru. • Konsistensi visual dan estetika desain. • Kejelasan tata letak, infografis, dan navigasi visual.	• Keakuratan materi • Kemutakhiran materi • Kesesuaian aspek Sustainable Development Goals (SDGs) • Keterkaitan aspek Sustainable Development Goals (SDGs) dengan materi biologi yang dijabarkan • Keterkaitan model pembelajaran dengan Sustainable Development Goals (SDGs) • Keterkaitan integrasi aspek SDGs dalam perangkat pembelajaran

Berdasarkan hasil penilaian yang dilakukan oleh ahli pembelajaran biologi, diperoleh nilai rata-rata persentase produk sebesar 88,75%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa buku yang dikembangkan dari aspek pembelajaran biologi memenuhi kategori sangat valid. Dengan demikian, secara umum produk telah layak untuk digunakan dalam proses pembelajaran.

Komentar dan masukan dari validator ahli pembelajaran biologi menguatkan hasil tersebut. Validator menyatakan bahwa buku panduan yang dikembangkan layak diterapkan setelah dilakukan revisi minor, terutama pada aspek penulisan dan estetika tampilan agar lebih menarik dan mudah dibaca. Sementara itu, dari segi pembahasan dan isi materi, validator menilai bahwa keseluruhan materi telah sangat lengkap, jelas, dan relevan dengan konteks pembelajaran biologi. Materi disusun secara sistematis, mampu menggambarkan keterpaduan antara konsep-konsep biologi dengan isu-isu sosio-ilmiah dan tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs). Oleh karena itu, validator menyimpulkan bahwa buku ini layak digunakan tanpa revisi substantif, baik sebagai sumber belajar bagi calon guru maupun referensi praktis bagi guru dalam mengembangkan pembelajaran biologi berbasis konteks dan keterampilan abad ke-21.

Sementara itu, hasil penilaian yang dilakukan oleh ahli isu sosio-saintifik diperoleh nilai rata-rata persentase produk sebesar 95,83%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa buku yang dikembangkan dari aspek isu sosio-saintifik memenuhi kategori sangat valid. Berdasarkan komentar dari validator ahli isu sosio-saintifik, produk buku yang dikembangkan layak diterapkan setelah direvisi. Hasil penilaian yang dilakukan oleh ahli SDGs pada Tabel 4.6 diperoleh nilai rata-rata persentase produk sebesar 100 %. Nilai tersebut menunjukkan bahwa buku yang dikembangkan dari aspek isu SDGs memenuhi kategori sangat valid. Berdasarkan komentar dari validator ahli isu SDGs,

produk buku yang dikembangkan layak diterapkan setelah direvisi. Adapun komentar dan saran dari validator terhadap produk buku yang dikembangkan tertera pada Tabel 4.

**Tabel 4 Komentar dan saran validator ahli**

Validator	Komentar dan Saran dari Validator	Hasil Revisi
Ahli Isu Sosio-Ilmiah (SSI)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perlu elaborasi lebih dalam terkait pemetaan capaian pembelajaran pada Kurikulum Merdeka</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Telah direvisi sesuai saran</li> </ul>
Ahli Pembelajaran Biologi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Segi penulisan dan estetika buku</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sudah direvisi sesuai saran</li> </ul>
Ahli Sustainable Development Goals (SDGs)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penulisan istilah Bahasa Inggris</li> <li>• Penambahan penjelasan terkait posisi SSI dalam pembelajaran (apakah sebagai materi, konteks atau pendekatan?)</li> <li>• Pembahasan tentang model-model pembelajaran yang direkomendasikan untuk pembelajaran berbasis SSI dan SDGs</li> <li>• Penambahan konteks SSI dan SDGs pada perangkat pembelajaran yang lebih eksplisit</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penulisan sudah disesuaikan</li> <li>• Telah ditambahkan narasi terkait posisi SSI sebagai konteks pembelajaran</li> <li>• Telah ditambahkan tabel rekomendasi strategi, metode dan model pembelajaran untuk integrasi SSI dan SDGs</li> <li>• Telah dilengkapi pada perangkat pembelajaran terkait integrasi SSI dan SDGs secara eksplisit</li> </ul>

### 3.3.2 Developmental Testing

Setelah produk buku yang dikembangkan direvisi dan dinyatakan valid, maka buku kemudian diuji kepraktisannya dengan mendapatkan umpan balik ataupun respon dari pengguna, sekaligus menguji keterbacaan produk. Untuk mendapatkan data uji kepraktisan digunakan instrumen berupa angket respon yang diberikan kepada mahasiswa dan dosen sebagai pengguna produk. Instrumen tersebut mencakup aspek ketertarikan, materi, dan bahasa.

Uji kepraktisan dilakukan oleh dua orang dosen/praktisi pendidikan biologi untuk menilai sejauh mana Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21 mudah digunakan dalam konteks pembelajaran. Berdasarkan hasil rekapitulasi data, diperoleh skor rata-rata sebesar 64,5 dari skor maksimal 68, dengan persentase kepraktisan sebesar 94,85% sehingga termasuk dalam kategori "Sangat Praktis."

Hasil ini menunjukkan bahwa dari sudut pandang praktisi, buku panduan yang dikembangkan memiliki tingkat kepraktisan yang sangat tinggi, baik dari segi isi, struktur, maupun tampilan. Dosen menilai bahwa penyajian materi dalam buku ini telah membantu memahami integrasi antara isu sosio-ilmiah (SSI) dan Sustainable Development Goals (SDGs) dengan berbagai model pembelajaran biologi yang relevan. Selain itu, aspek kebahasaan yang sederhana, kejelasan istilah, serta tata letak visual yang proporsional turut mendukung kemudahan dalam penggunaannya.

Masukan yang diberikan oleh validator dosen juga bersifat konstruktif, yaitu perlunya penambahan bagian penutup, profil penulis, serta pengayaan contoh isu sosio-ilmiah melalui tautan menuju sumber rujukan seperti video, artikel ilmiah populer, atau platform SDGs universitas. Saran tersebut menunjukkan perhatian dosen terhadap peningkatan nilai fungsional dan kelengkapan isi buku agar lebih kontekstual serta mudah diakses oleh pengguna dalam praktik pembelajaran.

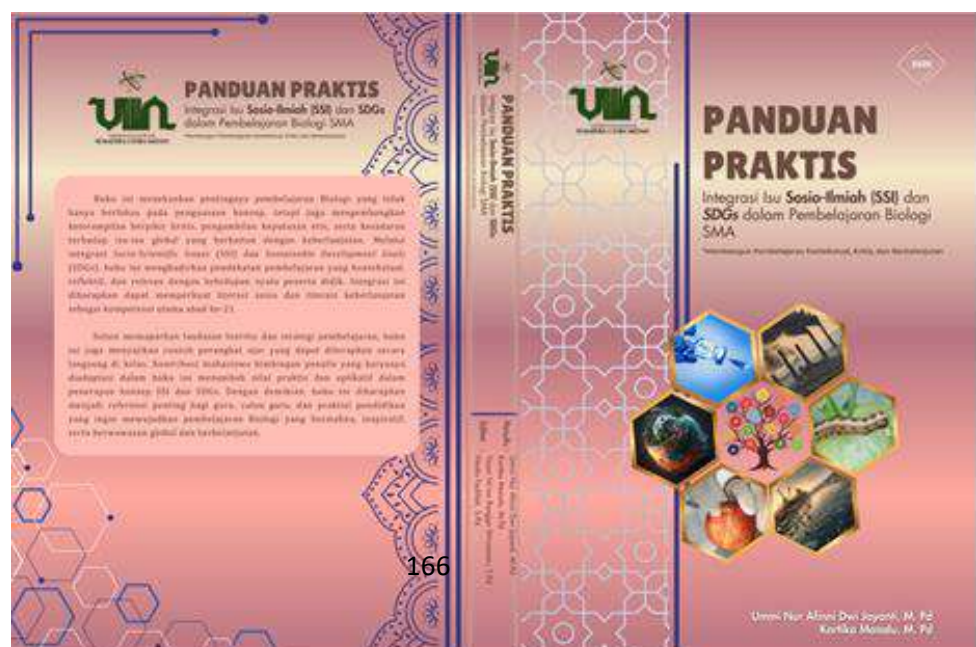
Dengan demikian, hasil uji kepraktisan oleh dosen/praktisi ini memperkuat temuan sebelumnya dari mahasiswa bahwa buku panduan yang dikembangkan telah memenuhi kriteria kepraktisan yang sangat baik. Secara keseluruhan, buku ini dinilai layak untuk digunakan sebagai referensi pembelajaran biologi yang integratif dan kontekstual bagi calon guru abad ke-21.

Hasil uji kepraktisan terhadap Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan SDGs dalam Pembelajaran Biologi untuk Calon Guru Abad ke-21 juga diperoleh melalui penilaian oleh lima responden mahasiswa. Berdasarkan data hasil rekapitulasi, diperoleh skor rata-rata sebesar 66,2 dari skor maksimal 68, dengan persentase kepraktisan sebesar 97,35% sehingga termasuk dalam kategori “Sangat Praktis”.

Temuan ini menunjukkan bahwa buku panduan yang dikembangkan memiliki tingkat kepraktisan yang sangat tinggi dan mudah digunakan oleh mahasiswa calon guru. Penilaian positif yang diberikan oleh responden mencakup berbagai aspek, antara lain kejelasan penyajian materi, kemudahan bahasa, ketepatan istilah, serta kelengkapan informasi mengenai integrasi antara isu sosio-ilmiah (SSI), Sustainable Development Goals (SDGs), dan model-model pembelajaran biologi abad ke-21. Selain itu, aspek desain dan tampilan buku, seperti ukuran huruf, tata letak tabel dan gambar, serta daya tarik sampul, juga dinilai sangat baik oleh para pengguna.

Hasil ini mengindikasikan bahwa buku panduan yang dikembangkan tidak hanya efektif secara isi, tetapi juga praktis dalam penerapannya. Dengan tingkat kepraktisan yang sangat tinggi, buku ini berpotensi digunakan secara luas sebagai referensi pembelajaran bagi mahasiswa calon guru biologi. Hal ini sejalan dengan pendapat Nieveen (1999) yang menyatakan bahwa suatu produk pengembangan dikatakan praktis apabila pengguna merasa mudah dalam memahami dan menggunakannya sesuai tujuan pembelajaran. Dengan demikian, hasil uji kepraktisan ini memperkuat bahwa buku panduan yang dikembangkan layak untuk digunakan pada tahap implementasi lebih lanjut dalam proses pembelajaran biologi berbasis integrasi SSI dan SDGs.

Hasil dari pengujian ini, dilakukan perbaikan dan penyempurnaan kualitas produk berdasarkan umpan balik yang diberikan oleh mahasiswa dan dosen untuk memastikan buku yang dikembangkan telah memenuhi standar yang diharapkan. Hasil revisi dapat dilihat pada Gambar 2 hingga Gambar 8. Buku yang dihasilkan tidak hanya bersifat informatif, namun menarik dan sesuai dengan kebutuhan pengguna.





Gambar 2 Cover hasil revisi



Gambar 3. Tampilan BAB pada buku panduan

guru dapat lebih mudah menyesuaikan materi ajar dengan topik SSI tertentu, misalnya menghubungkan materi ekosistem di kelas X dengan isu perubahan iklim atau degradasi lingkungan. Struktur KD yang rinci menjadikan integrasi SSI dan SDGs dalam pembelajaran Biologi lebih terarah, sekalipun ruang fleksibilitas guru relatif terbatas. Berikut ini disajikan pemetaan materi biologi dengan SSI dan Aspek SDGs pada Kurikulum 2013.

Tabel 15. Pemetaan Materi Biologi dengan SSI dan SDGs pada Materi Biologi Kelas X

No.	Isu Sosio-Ilmiah (SSI)	Sudut Pandang dan Dimensi SSI	Aspek SDGs	Materi Biologi	KD Biologi Kurikulum 2013
1	Isu etika penelitian dan penggunaan hewan uji coba	Hewan dipakal dalam riset biologi/biomedis untuk memperoleh data ilmiah, menimbulkan dilema etika terkait penderitaan hewan dan aturan internasional/nasional. Dimensi SSI: Sains, etika, hukum	SDG 3 dan SDG 12	Ruang Lingkup Biologi (Objek, organisasi kehidupan, metode ilmiah, keselamatan kerja)	KD 3.1 dan 4.1
2	Deforestasi, perdagangan satwa liar, ekowisata berkelanjutan, Nature-based Solution (NbS)	Deforestasi dan perdagangan satwa liar mengancam kelestarian biodiversitas serta menimbulkan risiko ekologis dan kesehatan. Namun, bagi sebagian masyarakat, aktivitas ini dianggap sebagai sumber penghidupan dan keuntungan ekonomi jangka pendek. Di sisi lain, ekowisata berkelanjutan dan Nature-based Solution (NbS) dianggap sebagai alternatif yang mampu menjaga ekosistem sekaligus memberi manfaat ekonomi. Meski demikian, ada pula kritik bahwa ekowisata dan NbS belum selalu adil bagi masyarakat lokal atau berisiko dimanfaatkan sebagai legitimasi eksploitasi baru. Dimensi SSI: Sains, sosial, ekonomi, hukum, lingkungan	SDG 14 dan SDG 15	Keekaragaman Hayati	KD 3.2 dan 4.2
3	Kontroversi klasifikasi organisme baru (virus, arkea, mikrobioma)	Kontroversi klasifikasi organisme baru merujuk pada perdebatan ilmiah dan filosofis terkait penempatan taksonomi entitas biologis seperti virus, arkea, dan komunitas mikrobioma. Perdebatan ini muncul karena karakteristik unik yang menantang kriteria konvensional tentang kehidupan, batas antar	SDG 4 dan SDG	Klasifikasi Makhluk Hidup dalam lima kingdom	KD 3.3 dan 4.3

menganalisis, dan mengembangkan isu-isu yang paling relevan, sehingga pembelajaran menjadi hidup, kontekstual, kreatif, dan bermakna bagi peserta didik.

Tabel 18. Pemetaan Materi IPA/Biologi dengan SSI dan SDGs pada CP Fase E

No.	Isu Sosio-Ilmiah (SSI)	Sudut Pandang dan Dimensi SSI	Aspek SDGs	Materi Biologi/PA	Elemen CP Fase E
1	Penggunaan pupuk kimia vs organik, rekayasa pertumbuhan, pangan sehat	Virus dapat dimanfaatkan sebagai alat terapi gen untuk memperbaiki sel, namun menimbulkan kekhawatiran terkait potensi pandemi. Dimensi SSI: Sains, kesehatan, etika, sosial, politik	SDG 3 dan SDG 9	Virus	Pemahaman IPA – peranan virus
2	Farmasi vs resistensi antibiotik	Antibiotik menyebarkan banyak nyawa, tetapi penggunaan berlebihan memicu resistensi bakteri yang mengancam efektivitas terapi. Dimensi SSI: Sains, teknologi, ekonomi, etika	SDG 2, SDG 3 dan SDG 12	Bakteri dan Jamur	Pemahaman IPA – peranan bakteri dan jamur
3	Aliih fungsi hutan untuk perkebunan, budidaya ikan dalam keramba, deforestasi	Aliih fungsi hutan untuk perkebunan dan budidaya ikan – meningkatkan produksi, namun memicu deforestasi, hilangnya biodiversitas, dan kerusakan ekosistem. Dimensi SSI: Lingkungan, sosial, ekonomi, politik	SDG 13 dan SDG 15	Ekosistem	Pemahaman IPA – ekosistem & interaksi
4	Bioteknologi pangan (GMO, kultur jaringan, rekayasa genetik) dan isu etikanya	Bioteknologi pangan menjanjikan peningkatan hasil panen dan efisiensi, tetapi menimbulkan perdebatan etika, keamanan pangan, penerimaan masyarakat. Dimensi SSI: Sains, teknologi, etika, sosial, ekonomi	SDG 2, SDG 12 dan SDG 3	Bioteknologi	Pemahaman IPA – pemanfaatan bioteknologi
5	Kesetiaan akses teknologi bioteknologi dan energi di negara berkembang	Kemajuan bioteknologi dan energi berkelanjutan dapat memperkecil kesenjangan global, namun akses di negara berkembang masih terbatas biaya, dan infrastruktur. Dimensi SSI: Sosial, ekonomi, politik, keadilan	SDG 10, SDG 9 dan SDG 7	Bioteknologi Energi	Pemahaman IPA & bioteknologi energi

## Gambar 4. Pemetaan Konteks SSI-SDG-Materi Biologi SMA pada buku panduan



Gambar 4. Ilustrasi Efek Gas Rumah Kaca (*Global Warming*) dan Perubahan Iklim (*Climate Change*)  
(Sumber: Substack)

Perubahan iklim terjadi akibat peningkatan konsentrasi gas rumah kaca (GRK) seperti karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ), metana ( $\text{CH}_4$ ), dan dinitrogen oksida ( $\text{N}_2\text{O}$ ) di atmosfer, terutama dari pembakaran bahan bakar fosil, pertanian, dan industri (Mikhaylov dkk., 2020; Filonchik dkk., 2024; Jain, 1993). Efek rumah kaca alami menjaga suhu bumi tetap stabil, namun aktivitas manusia telah memperkuat efek ini sehingga suhu rata-rata global meningkat secara signifikan (Mikhaylov dkk., 2020; Jain, 1993). Dampaknya meliputi peningkatan frekuensi cuaca ekstrem, kenaikan permukaan laut, perubahan pola curah hujan, kerusakan ekosistem, penurunan keanekaragaman hayati, serta ancaman terhadap ketahanan pangan dan kesehatan manusia (Mikhaylov dkk., 2020; Filonchik dkk., 2024; Li dkk., 2025; Chatterjee & Tandon, 2020; Jain, 1993).

Secara sosial, perubahan iklim memicu ketidakadilan lingkungan, di mana negara berkembang dan kelompok rentan paling terdampak meski kontribusinya terhadap emisi GRK relatif kecil (Li dkk., 2025; Chatterjee & Tandon, 2020). Isu ini juga menimbulkan perdebatan kebijakan, ekonomi, dan etika, seperti transisi energi, keadilan iklim, dan adaptasi masyarakat (Filonchik dkk., 2024; Li dkk., 2025; Moore dkk., 2022). Upaya mitigasi dan adaptasi, seperti pengembangan energi terbarukan, konservasi ekosistem, dan inovasi teknologi, menjadi sangat penting (Filonchik dkk., 2024; Li dkk., 2025; Jain, 1993).

Dalam konteks *Sustainable Development Goals* (SDGs), isu perubahan iklim dan efek gas rumah kaca ini dapat dijadikan pintu masuk untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa melalui integrasi *Socio-Scientific Issues* (SSI). Dengan demikian, pembelajaran tidak hanya menekankan pemahaman konsep perubahan lingkungan, tetapi juga mendorong siswa untuk terlibat aktif dalam mencari solusi nyata yang relevan dengan kehidupan sehari-hari.

### PERTANYAAN UNTUK ARGUMENTASI TERHADAP SSI

Apakah tindakan individu (seperti pengurangan konsumsi daging, penggunaan transportasi umum, dan pembatasan siswa menggunakan sepeda motor) benar-benar signifikan dalam mengurangi dampak perubahan iklim? Atau seharusnya fokus utama diarahkan pada perusahaan besar, industri, dan pemerintah sebagai penghasil emisi terbesar?

Pertanyaan ini menuntut siswa untuk mengaitkan konsep perubahan lingkungan, siklus karbon, peran gas rumah kaca, serta dampaknya terhadap keseimbangan ekosistem dengan kebijakan publik dan pilihan gaya hidup masyarakat. Selain itu, diskusi ini sekaligus membuka ruang integrasi dengan tujuan SDGs, terutama SDG 13 (Tindakan terhadap Perubahan Iklim), SDG 7 (Energi Bersih dan Terjangkau), dan SDG 12 (Konsumsi dan Produksi Berkelanjutan).

### CONTOH INTEGRASI RUANG LINGKUP MATERI BIOLOGI SERTA INTEGRASI SDGs PADA ISU SSI PERUBAHAN IKLIM DAN EFEK GAS RUMAH KACA

Konsep yang dapat dikaitkan dengan SSI perubahan iklim dan efek gas rumah kaca adalah materi Perubahan Lingkungan. Guru dapat menggunakan SSI ini pada saat mengajarkan konsep dasar perubahan lingkungan pada Kurikulum 2013 (KD 3.11 dan 4.11) maupun Kurikulum Merdeka (Capaian Pembelajaran Perubahan Iklim pada Fase E). Permasalahan lingkungan selalu ada sepanjang umur manusia karena manusia sering tidak bijak dalam memanfaatkan alam sehingga lingkungan mengalami perubahan yang tidak sesuai peruntukannya. Isu global lingkungan saat ini antara lain perubahan iklim global dan efek gas rumah kaca menyebabkan beberapa dampak yang sekarang sudah dirasakan, antara lain kenaikan suhu rata-rata atmosfer dan naiknya permukaan air laut akibat mencairnya es di kutub.

Lingkungan hidup dapat diartikan sebagai lingkungan fisik yang mendukung kehidupan serta proses-proses yang terlibat dalam aliran energi dan siklus materi. Karenanya, keseimbangan lingkungan secara alami dapat berlangsung apabila komponen yang terlibat dalam interaksi dapat berperan sesuai kondisi keseimbangan serta berlangsungnya aliran energi dan siklus biogeokimia. Keseimbangan lingkungan ini ditentukan oleh seimbangannya energi yang masuk dan energi yang digunakan, seimbangannya antara bahan makanan yang terbentuk dengan yang digunakan, seimbangannya antara faktor-faktor abiotik dengan faktor-faktor biotik. Gangguan terhadap salah satu faktor dapat mengganggu keseimbangan lingkungan.

Kegiatan pembangunan yang bertujuan untuk memenuhi kebutuhan manusia sering menimbulkan perubahan lingkungan. Perubahan tersebut menjadikan kerusakan lingkungan yang terkadang dalam taraf yang sudah mengkhawatirkan. Perubahan lingkungan yang berkaitan dengan perubahan iklim dan efek gas rumah kaca saat ini sudah menjadi isu lokal, nasional dan global.

Perubahan iklim menyebabkan perubahan lingkungan fisik (suhu, curah hujan, pola musim) yang memaksa organisme beradaptasi atau bermigrasi. Ketidaktamampuan beradaptasi dapat menyebabkan kepunahan spesies dan perubahan struktur komunitas (Chatterjee & Tandon, 2020; Jain, 1993). Kenaikan suhu dan perubahan pola cuaca mengganggu ekosistem, menyebabkan pergeseran habitat, penurunan keanekaragaman hayati, dan munculnya ekosistem baru yang belum pernah ada sebelumnya (Chatterjee & Tandon, 2020; Jain, 1993). Selain itu, gas rumah kaca seperti  $\text{CO}_2$  berperan dalam siklus karbon. Tumbuhan melalui fotosintesis menyerap  $\text{CO}_2$ , sehingga deforestasi memperparah akumulasi  $\text{CO}_2$  di atmosfer (Fell dkk., 2017; Jain, 1993). Aktivitas manusia (industri, pertanian, transportasi) mempercepat perubahan lingkungan, menuntut pemahaman tentang interaksi antara manusia dan ekosistem untuk solusi berkelanjutan (Mikhaylov dkk., 2020; Filonchik dkk., 2024; Li dkk., 2025).

Contoh integrasi SDGs pada isu SSI perubahan iklim dan efek gas rumah kaca tersaji pada tabel berikut:

Tabel 20. Integrasi dengan Tujuan SDGs

SDGs	Relevansi dengan SSI Perubahan Iklim	Contoh Kegiatan Pembelajaran Biologi
SDG 13: <i>Climate Action</i> (Tindakan terhadap Perubahan Iklim)	Menekankan pentingnya mitigasi dan adaptasi terhadap perubahan iklim	Analisis grafik suhu global dan tren emisi $\text{CO}_2$ dari data resmi (NASA/ BMKG), lalu diskusi strategi pengurangan emisi
SDG 7: <i>Affordable and Clean Energy</i> (Energi Bersih dan Terjangkau)	Mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil untuk menurunkan emisi	Eksperimen sederhana energi terbarukan (panel surya mini, turbin angin mainan), dan analisis perbandingan emisi
SDG 12: <i>Responsible Consumption and Production</i> (Konsumsi dan Produksi Berkelanjutan)	Promosi praktik produksi dan konsumsi yang ramah lingkungan	Studi kasus produk ramah lingkungan (misalnya daur ulang plastik atau eco-packaging) serta diskusi dampaknya pada iklim
SDG 15: <i>Life on Land</i> (Ekosistem Darat)	Deforestasi meningkatkan emisi karbon dan mengurangi keanekaragaman hayati	Observasi tutupan lahan dengan peta/Google Earth, lalu diskusi dampak deforestasi terhadap iklim lokal & habitat
SDG 3: <i>Good Health and Well-being</i> (Kesehatan dan Kesejahteraan)	Perubahan iklim memengaruhi penyebaran penyakit dan kualitas hidup manusia	Kajian literatur dan data lokal tentang polusi udara, gelombang panas, serta hubungannya dengan penyakit pernapasan

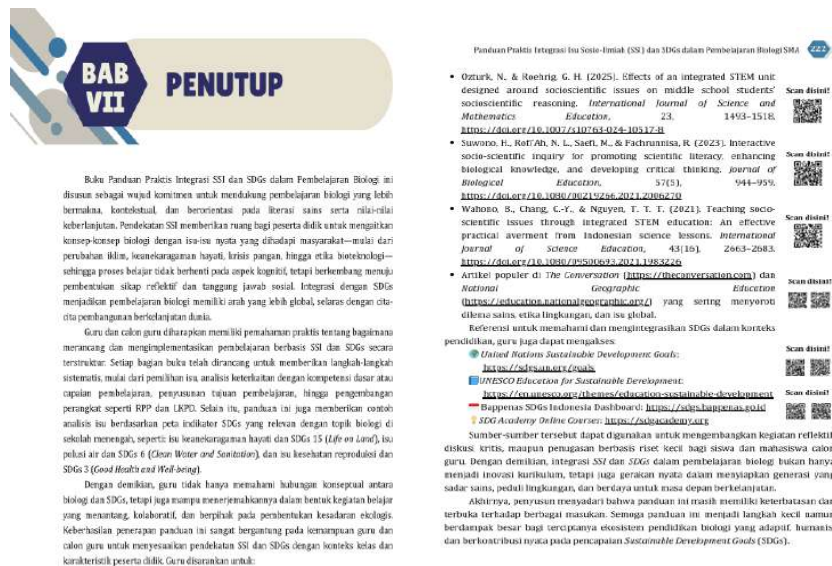
### INTEGRASI PERSPEKTIF ASPEK AGAMA, SOSIAL, EKONOMI, ETIKA, MORAL, DAN BUDAYA PADA ISU PERUBAHAN IKLIM DAN EFEK GAS RUMAH KACA

Tabel 21. Integrasi Perspektif pada Isu Perubahan Iklim dan Efek Gas Rumah Kaca

Aspek	Integrasi terhadap Dilema Perubahan Iklim
Agama	Al-Qur'an menegaskan manusia sebagai khalifah (QS. Al-Baqarah: 30) dan larangan berbuat kerusakan (QS. Ar-Ruum: 41). Hadis tentang hidup hemat (HR. Ahmad) menegaskan bahwa langkah individu sekecil apa pun bernilai ibadah, sementara pemerintah dan industri wajib adil dalam menjaga lingkungan.
Sosial	Tindakan individu membangun kesadaran kolektif (misalnya budaya bersepeda, naik transportasi umum). Namun, tanpa dukungan infrastruktur dan kebijakan publik, perubahan perilaku sulit dilakukan secara luas.



Gambar 5. Contoh Penjabaran Integrasi SSI-SDG pada materi Biologi SMA



Gambar 6. Tambahan BAB penutup pada buku panduan



Gambar 7. Tambahan profil penulis pada buku panduan

Tahap selanjutnya yaitu pengujian keefektifan yang dilakukan dengan menilai skenario pembelajaran integrasi SSI dan SDGs pada materi biologi. Hasil analisis uji keefektifan menunjukkan bahwa rata-rata nilai N-Gain mahasiswa sebesar 0,73, yang termasuk dalam kategori tinggi. Nilai ini menunjukkan adanya peningkatan signifikan terhadap keterampilan mahasiswa dalam merancang skenario pembelajaran berbasis SSI dan SDGs. Peningkatan tersebut menegaskan bahwa buku panduan yang dikembangkan mampu memberikan pengaruh positif terhadap kemampuan pedagogis mahasiswa calon guru biologi. Mahasiswa memperoleh pemahaman yang lebih baik dalam mengaitkan konsep biologi dengan isu-isu sosial dan lingkungan global yang relevan. Dengan demikian, buku panduan berbasis SSI-SDGs terbukti efektif dalam mendukung pembelajaran yang kontekstual, aplikatif, dan selaras dengan kebutuhan pendidikan abad ke-21.

### 3.4. Disseminate

Tahap akhir dalam penelitian pengembangan ini adalah tahap penyebaran (*disseminate*) yang bertujuan untuk memastikan hasil produk dapat digunakan secara luas oleh pengguna sasaran. Proses penyebaran dilakukan melalui pengemasan buku panduan dalam bentuk cetak dan digital agar mudah diakses oleh dosen maupun mahasiswa. Buku yang telah dikembangkan kemudian disebarluaskan sebagai bentuk difusi inovasi, sehingga dapat dipahami dan diadopsi dalam proses pembelajaran biologi, khususnya pada mata kuliah Strategi Pembelajaran Biologi. Penyebaran ini juga bertujuan untuk memperluas jangkauan penerapan hasil penelitian agar manfaatnya tidak terbatas pada lingkup institusi pengembang saja. Dengan demikian, tahap *disseminate* berperan penting dalam menjembatani hasil pengembangan menuju penerapan nyata di lingkungan akademik.

Kegiatan utama yang dilakukan meliputi distribusi buku panduan kepada dosen, mahasiswa, dan lembaga pendidikan lain yang relevan. Buku ini disampaikan secara langsung kepada para pengajar dan calon guru biologi untuk digunakan sebagai referensi tambahan dalam mengembangkan pembelajaran kontekstual berbasis SSI dan SDGs. Selain itu, buku panduan juga dipromosikan melalui kegiatan akademik seperti lokakarya, seminar, dan diskusi ilmiah di tingkat fakultas maupun universitas. Upaya ini bertujuan untuk memperkenalkan isi dan manfaat buku kepada khalayak yang lebih luas agar dapat diimplementasikan secara berkelanjutan dalam pembelajaran. Melalui strategi ini, proses penyebaran tidak hanya berfungsi sebagai promosi produk, tetapi juga sebagai bentuk transfer pengetahuan antara pengembang dan pengguna akhir.

Selain distribusi fisik, tahap penyebaran juga mencakup publikasi secara online pada link <https://online.fliphtml5.com/tadrisbiologiunsu/iolet/> serta publikasi ilmiah untuk memperkuat keberterimaan dan kredibilitas hasil pengembangan. Artikel ilmiah mengenai proses dan hasil pengembangan buku panduan dikirimkan ke jurnal pendidikan biologi terakreditasi sebagai bagian dari upaya diseminasi akademik. Publikasi ini berfungsi untuk memperluas akses terhadap hasil penelitian, memberikan kontribusi teoretis bagi pengembangan kurikulum berbasis SSI-SDGs, serta mendorong penelitian lanjutan di bidang serupa. Dengan demikian, kegiatan publikasi tidak hanya memvalidasi hasil penelitian, tetapi juga memperkuat posisi buku panduan sebagai sumber belajar yang ilmiah dan relevan. Upaya ini menunjukkan komitmen peneliti untuk memastikan keberlanjutan penggunaan produk secara luas di komunitas akademik.

## 4. Discussion

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengembangan Buku Panduan Integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan *Sustainable Development Goals* (SDGs) dalam Pembelajaran Biologi secara keseluruhan berhasil menjawab kebutuhan calon guru biologi terhadap sumber belajar kontekstual yang mendukung pembelajaran abad ke-21. Berdasarkan tahapan

model 4D (*Define, Design, Develop, dan Disseminate*), setiap tahap memberikan kontribusi penting dalam menghasilkan produk yang valid, praktis, dan efektif.

Pada tahap *Define*, diperoleh gambaran kebutuhan yang kuat terhadap bahan ajar yang mampu mengintegrasikan SSI dan SDGs secara aplikatif. Hasil analisis awal menunjukkan bahwa meskipun pemahaman mahasiswa terhadap SSI dan SDGs cukup tinggi, penerapan keduanya dalam pembelajaran biologi masih terbatas pada tataran konseptual. Temuan ini sejalan dengan studi Fonseca et al. (2020) yang menegaskan pentingnya konteks sosial dan keberlanjutan dalam pembelajaran sains untuk membentuk warga ilmiah yang reflektif. Analisis peserta didik juga memperlihatkan bahwa mahasiswa memiliki literasi keberlanjutan yang baik namun masih membutuhkan panduan konkret dalam mengimplementasikan nilai-nilai tersebut dalam rancangan pembelajaran. Oleh karena itu, pada tahap ini dirumuskan kebutuhan akan bahan ajar yang bersifat transformatif—tidak hanya menyajikan teori, tetapi juga menyediakan panduan praktis dan reflektif.

Hasil analisis konsep dan tugas memperkuat pentingnya peran guru sebagai fasilitator dialog ilmiah dan moral dalam konteks SSI. Guru tidak hanya berfungsi sebagai penyampai pengetahuan ilmiah, tetapi juga pembimbing dalam menumbuhkan kesadaran sosial dan etika peserta didik. Hal ini selaras dengan Viehmann et al. (2024), yang menekankan bahwa integrasi SSI-SDGs memperluas fungsi pendidikan sains menuju *scientific citizenship*, yaitu kemampuan menggunakan sains untuk pengambilan keputusan sosial yang bertanggung jawab.

Pada tahap *Design*, rancangan buku panduan disusun dengan pendekatan multimodal dan berbasis kebutuhan nyata mahasiswa calon guru biologi. Struktur buku yang sistematis, penyajian peta integrasi SSI-SDGs-materi biologi, serta penambahan studi kasus lokal dan global menjadikan buku ini relevan dengan konteks pembelajaran biologi di Indonesia. Desain ini mendukung pembelajaran yang bersifat reflektif, kolaboratif, dan kontekstual, sesuai dengan prinsip *constructive alignment* dalam pendidikan modern. Penggunaan ikon SDGs dan narasi pemantik isu di awal bab juga berperan dalam meningkatkan keterlibatan dan minat belajar mahasiswa.

Tahap *Develop* membuktikan kualitas produk yang dihasilkan. Hasil validasi oleh tiga kelompok ahli menunjukkan bahwa buku panduan memenuhi kategori sangat valid, baik dari aspek isu sosio-ilmiah (95,83%), aspek SDGs (100%), maupun aspek pembelajaran biologi (88,75%). Validitas tinggi ini menunjukkan kesesuaian antara isi, tujuan, dan kebutuhan pengguna. Uji kepraktisan oleh dosen dan mahasiswa juga menunjukkan hasil sangat tinggi, masing-masing sebesar 94,85% dan 97,35%. Artinya, buku panduan mudah digunakan, menarik, dan efektif dalam membantu pengguna memahami keterpaduan SSI-SDGs dengan pembelajaran biologi. Temuan ini sejalan dengan kriteria kepraktisan menurut Nieveen (1999), yaitu kemudahan penggunaan dan kesesuaian dengan tujuan pembelajaran.

Selain itu, hasil uji keefektifan dengan rata-rata nilai N-Gain sebesar 0,73 (kategori tinggi) menunjukkan bahwa penggunaan buku panduan mampu meningkatkan kemampuan pedagogis mahasiswa, terutama dalam merancang skenario pembelajaran berbasis SSI dan SDGs. Peningkatan ini menandakan bahwa produk tidak hanya valid secara teoritis, tetapi juga berdampak positif terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis, reflektif, dan kontekstual calon guru biologi.

Hasil keseluruhan penelitian menunjukkan bahwa buku panduan yang dikembangkan memiliki tingkat validitas dan kepraktisan yang sangat tinggi, serta efektivitas yang baik dalam mendukung pembelajaran biologi berbasis integrasi SSI dan SDGs. Hasil validasi oleh para ahli menunjukkan kesesuaian isi, tampilan, dan struktur buku dengan tujuan pembelajaran, sedangkan hasil uji coba kepada mahasiswa menunjukkan tanggapan positif terhadap aspek keterbacaan, kemudahan penggunaan, serta relevansinya dengan kebutuhan pembelajaran abad ke-21. Temuan ini menegaskan bahwa buku panduan yang dikembangkan tidak hanya layak secara teoritis, tetapi juga

praktis dan bermanfaat secara pedagogis dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa calon guru biologi terhadap hubungan antara konsep sains, sosial, dan nilai keberlanjutan.

Meskipun demikian, tahap *Disseminate* masih menghadapi beberapa keterbatasan. Proses penyebaran produk dilakukan pada waktu yang berdekatan dengan pelaksanaan Ujian Akhir Semester (UAS), sehingga partisipasi mahasiswa dan dosen dalam kegiatan uji coba dan sosialisasi menjadi terbatas. Selain itu, adanya hari libur akademik dan kegiatan akreditasi tujuh program studi di fakultas turut memengaruhi alokasi waktu pelaksanaan penelitian, sehingga durasi implementasi buku panduan relatif singkat. Faktor-faktor tersebut membatasi pelaksanaan diseminasi secara optimal dan perlu diantisipasi pada penelitian lanjutan dengan rentang waktu yang lebih panjang agar hasil penerapan dapat lebih komprehensif.

Secara umum, tahap *disseminate* merupakan langkah strategis dalam memastikan bahwa produk hasil pengembangan benar-benar dimanfaatkan oleh calon guru biologi sebagai sumber belajar inovatif. Buku panduan ini diharapkan dapat menjadi referensi penting dalam pendidikan biologi yang berorientasi pada isu global, literasi keberlanjutan, dan penguatan nilai-nilai kemanusiaan. Penerapan buku ini juga berpotensi memperkuat kemampuan berpikir kritis, kolaboratif, dan reflektif mahasiswa sesuai dengan arah pengembangan kompetensi dalam Kurikulum Merdeka. Lebih jauh lagi, proses diseminasi membuka peluang kolaborasi antar lembaga pendidikan tinggi untuk memperluas praktik pembelajaran biologi berbasis SSI–SDGs. Dengan demikian, tahap akhir ini tidak hanya berfungsi sebagai penyebaran produk, tetapi juga menjadi tonggak penting dalam transformasi pembelajaran biologi menuju pendekatan yang lebih kontekstual, transformatif, dan berorientasi pada keberlanjutan.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa buku panduan integrasi Isu Sosio-Ilmiah (SSI) dan Sustainable Development Goals (SDGs) dalam pembelajaran Biologi melalui model pengembangan 4D terbukti valid, praktis dan efektif digunakan dalam proses pembelajaran calon guru abad ke-21. Tahap Define menunjukkan bahwa terdapat kebutuhan yang tinggi terhadap sumber belajar inovatif yang mampu menghubungkan konsep biologi dengan isu-isu sosial dan keberlanjutan global. Hasil analisis kebutuhan mengonfirmasi bahwa mahasiswa dan dosen masih mengalami kesulitan dalam memahami langkah-langkah konkret penerapan SSI–SDGs dalam sintaks pembelajaran Biologi, sehingga diperlukan panduan yang lebih aplikatif dan kontekstual.

Pada tahap Design dan Develop, buku panduan disusun secara sistematis berdasarkan hasil analisis konsep, tugas, dan peserta didik, serta divalidasi oleh para ahli bidang pendidikan biologi dan pembelajaran sains. Hasil validasi menunjukkan bahwa buku ini memiliki tingkat validitas yang sangat tinggi dari segi isi, penyajian, dan kebahasaan. Sementara itu, hasil uji kepraktisan menunjukkan bahwa buku ini sangat mudah digunakan oleh dosen dan mahasiswa dalam pembelajaran. Uji keefektifan juga memperlihatkan peningkatan kemampuan mahasiswa dalam merancang skenario pembelajaran berbasis SSI dan SDGs, dengan kategori efektivitas yang tergolong baik.

Tahap Disseminate dilakukan melalui penyebaran buku panduan kepada dosen dan mahasiswa, serta publikasi hasil penelitian dalam forum ilmiah untuk memperluas jangkauan pemanfaatannya. Proses penyebaran ini menjadi langkah strategis dalam memperkenalkan model pembelajaran kontekstual berbasis SSI dan SDGs di lingkungan akademik. Meskipun pelaksanaannya memiliki keterbatasan waktu karena berdekatan dengan masa Ujian Akhir Semester (UAS) dan adanya kegiatan akreditasi di fakultas, hasil diseminasi tetap menunjukkan respons positif dan potensi penerapan yang luas di perguruan tinggi.

Secara keseluruhan, buku panduan ini diharapkan dapat berperan sebagai sumber belajar inovatif yang tidak hanya memperkaya wawasan calon guru biologi, tetapi juga mendorong transformasi pembelajaran ke arah yang lebih reflektif, kontekstual, dan berorientasi pada keberlanjutan. Penggunaan buku ini diharapkan mampu menumbuhkan keterampilan abad ke-21 seperti berpikir kritis, kolaborasi, komunikasi, dan kreativitas, sekaligus meningkatkan kesadaran terhadap nilai-nilai global dan tanggung jawab ekologis. Dengan demikian, pengembangan buku panduan ini memberikan kontribusi nyata bagi peningkatan mutu pendidikan biologi dan pembentukan pendidik yang adaptif terhadap tantangan zaman.

## 6. Daftar Pustaka

- Adlini, M. N., Jayanti, U. N. A. D., & Wiryawan, Y. N. R. (2024). Designing educational resources of the 21st-century skills instructional models and socio-scientific issues integration. *Research and Development in Education (RaDEn)*, 4(2), 1123–1141. <https://doi.org/10.22219/raden.v4i2.36596>
- Bayram-Jacobs, D., Henze, I., Evagorou, M., Shwartz, Y., Aschim, E. L., Alcaraz-Dominguez, S., Barajas, M., & Dagan, E. (2019). Science teachers' pedagogical content knowledge development during enactment of socioscientific curriculum materials. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(9), 1207–1233. <https://doi.org/10.1002/tea.21550>
- Cantó, J., Ull, M. À., Calero, M., Pina, T., Mayoral, O., & Vilches, A. (2025). The 2030 Agenda and the SDGs in Initial Teacher Training: An Analysis of Teaching Guides. *Sustainability*, 17(11), 4909. <https://doi.org/10.3390/su17114909>
- Faisal, & Martin, S. N. (2022). Exploring Indonesian biology teachers' perceptions and attitudes towards Socio-Scientific Issues-Based instruction. *Asia-Pacific Science Education*, 8(1), 256–291. <https://doi.org/10.1163/23641177-bja10042>
- Faizah, U., Susantini, E., Sri Prastiwi, M., Raharjo, R., Indana, S., Kuswanti, N., & Ali, M. (2024). Profile of potential prospective biology teachers designing SDGs-Based Teaching Modules on learning planning courses to realize quality education. *E3S Web of Conferences*, 568, 04025. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202456804025>
- Ferrer-Estévez, M., & Chalmeta, R. (2021). Integrating Sustainable Development Goals in educational institutions. *The International Journal of Management Education*, 19(2), 100494. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2021.100494>
- Harefa, Y. F. (2025). Analisis kesulitan guru dan peserta didik dalam implementasi Kurikulum Merdeka pada Mata Pelajaran Biologi di SMA Negeri 1 Lahewa. *EDUCATIONAL: Jurnal Inovasi Pendidikan & Pengajaran*, 5(1), 29–36. <https://doi.org/10.51878/educational.v5i1.4441>
- Herlinawati, H., Marwa, M., Ismail, N., Junaidi, Liza, L. O., & Situmorang, D. D. B. (2024). The integration of 21st century skills in the curriculum of education. *Heliyon*, 10(15), e35148. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e35148>
- Hernández-Ramos, J., Pernaa, J., Cáceres-Jensen, L., & Rodríguez-Becerra, J. (2021). The Effects of Using Socio-Scientific Issues and Technology in Problem-Based Learning: A Systematic Review. *Education Sciences*, 11(10), 640. <https://doi.org/10.3390/educsci11100640>
- Hou, X., Ma, Y., Wu, Y., & Wang, W. (2020). Implementing green education of urban families: An action research project in Beijing, China. *Action Research*, 18(1), 19–47. <https://doi.org/10.1177/1476750319889385>
- Jayanti, U. N. A. D., Adlini, M. N., & Wiryawan, Y. N. R. (2024). Pre-service biology teachers' knowledge of the 21st-century skills and its associated instructional models: The Indonesian context. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 10(3), 819–829. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v10i3.36582>
- Kasap, M. Y., Acar, B., & Kasap, S. (2024). A Qualitative Content Analysis to Investigate 21st Century Skills in Learning Outcomes of High School Biology Course

- Curriculum. *Journal of Educational and Social Research*, 14(2), 171. <https://doi.org/10.36941/jesr-2024-0034>
- Putra, S., Fauzi, F., & Rosyadah, M. (2025). Tantangan guru dalam mengadaptasi kurikulum yang terus menerus berubah di Indonesia. *MANAJERIAL: Jurnal Inovasi Manajemen dan Supervisi Pendidikan*, 5(1), 66–75. <https://doi.org/10.51878/manajerial.v5i1.4753>
- Riduwan, & Akdon. (2010). *Rumus dan Data dalam Analisis Statistika*. Alfabeta.
- Rifa'i, R. M., & Subianto, A. W. (2022). Kelayakan web pembelajaran biologi berbasis socio-scientific issues topik sistem pernapasan untuk pengembangan literasi kesehatan siswa. *Didaktika Biologi: Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi*, 6(1), 31. <https://doi.org/10.32502/dikbio.v6i1.3690>
- Sadler, T. D., Klosterman, M. L., & Topcu, M. S. (2011). Learning science content and Socio-scientific reasoning through classroom explorations of global climate change. Dalam T. D. Sadler (Ed.), *Socio-scientific Issues in the Classroom* (Vol. 39, hlm. 45–77). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-1159-4\\_4](https://doi.org/10.1007/978-94-007-1159-4_4)
- Sadler, T. D., Romine, W. L., & Topçu, M. S. (2016). Learning science content through socio-scientific issues-based instruction: A multi-level assessment study. *International Journal of Science Education*, 38(10), 1622–1635. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1204481>
- Stouthart, T., Bayram, D., & Van Der Veen, J. (2023). Capturing Pedagogical Design Capacity of STEM Teacher Candidates: Education for Sustainable Development through Socioscientific Issues. *Sustainability*, 15(14), 11055. <https://doi.org/10.3390/su151411055>
- Widad, S., Rahayu, S., & Munzil, M. (2025). Persepsi guru kimia di Kalimantan Barat terhadap Penggunaan socio scientific issues (SSI) dalam pembelajaran kimia. *Jurnal Visi Ilmu Pendidikan*, 16(3), 419–430. <https://doi.org/10.26418/jvip.v16i3.74535>
- Yi Hu, Minmin Wang, Liuqing Ren, & Ye Chen. (2025). Innovation and assessment system for the development of biology teaching content aligned with Sustainable Development Goals. *Frontiers in Interdisciplinary Educational Methodology*, 2(1), 1–16. <https://doi.org/10.71465/w7gq9391>
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357–377. <https://doi.org/10.1002/sce.20048>