



### Integrasi STEM dan SDGs: Praktik Baik Pelatihan Guru Biologi dalam Penyusunan Desain Pembelajaran Berbasis Keberlanjutan

Rifaatul Muthmainnah<sup>1✉</sup>, Dewi Hernawati<sup>2</sup>, Lida Amalia<sup>3</sup>, Sri Mulyaningsih<sup>4</sup> & Tati Kristianti<sup>5</sup>

<sup>1✉</sup>Institut Pendidikan Indonesia Garut, rifaprodibio@gmail.com, Orcid ID: [0009-0004-9890-3511](https://orcid.org/0009-0004-9890-3511)

<sup>2</sup> Institut Pendidikan Indonesia Garut, dewiherna@institutpendidikan.ac.id, Orcid ID: [0000-0002-2845-1239](https://orcid.org/0000-0002-2845-1239)

<sup>3</sup> Institut Pendidikan Indonesia Garut, lidaamalia@institutpendidikan.ac.id, Orcid ID: [0000-0002-5368-6873](https://orcid.org/0000-0002-5368-6873)

<sup>4</sup> Institut Pendidikan Indonesia Garut, srimulyaningsih65@gmail.com, Orcid ID: [0009-0001-1259-3283](https://orcid.org/0009-0001-1259-3283)

<sup>5</sup> Institut Pendidikan Indonesia Garut, tati@institutpendidikan.ac.id, Orcid ID: [0000-0003-4752-279X](https://orcid.org/0000-0003-4752-279X)

#### Article Info

##### History Article

Received:

Aug 2025

Accepted:

Aug 2025

Published:

Aug 2025

#### Abstract

This community service program aimed to empower high school biology teachers in designing STEM-based learning integrated with Sustainable Development Goals (SDGs). The initiative was motivated by the low levels of students' scientific literacy, 21st-century skills, and sustainability awareness, as well as teachers' limited experience in combining STEM approaches with global issues. A participatory training approach was employed through interactive workshops, hands-on practice, group discussions, peer review, and evaluation of teachers' learning designs. The program involved 19 biology teachers from the MGMP (Biology Teacher Forum) in Garut Regency. The results indicate that teachers improved their understanding of STEM-SDGs concepts, developed contextual lesson plans, and enhanced their awareness of sustainability literacy. The produced learning designs addressed themes such as health and nutrition, local food innovation, disaster literacy, climate change, and plastic waste management, which were assessed as good to very good in quality, particularly in terms of sustainability relevance and creativity. Overall, the program not only strengthened teachers' pedagogical competence but also reinforced their role as change agents in implementing innovative, contextual, and sustainability-oriented biology education. The program has the potential to be replicated in other teacher communities, fostering broader social awareness of sustainability issues and supporting schools in building a culture of environmentally responsible learning.

#### Keywords:

Biology Teacher, SDGs, STEM, Sustainability Literacy, Teacher Empowerment

#### How to Cite:

Muthmainnah, R., Hernawati, D., Amalia, L., Mulyaningsih, S., & Kristianti, T. (2025). Integrasi STEM dan SDGs: Praktik baik pelatihan guru biologi dalam penyusunan desain pembelajaran berbasis keberlanjutan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat PGSD*, 5(2), 85-100.

---

## Artikel Info

---

### Riwayat Artikel

Dikirim:

Agu 2025

Diterima:

Agu 2025

Diterbitkan:

Agu 2025

---

## Abstrak

Program pengabdian masyarakat ini bertujuan untuk memberdayakan guru-guru biologi SMA dalam merancang pembelajaran berbasis STEM yang terintegrasi dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (Sustainable Development Goals/SDGs). Inisiatif ini dilatarbelakangi oleh rendahnya tingkat literasi ilmiah siswa, keterampilan abad ke-21, dan kesadaran akan keberlanjutan, serta terbatasnya pengalaman guru dalam menggabungkan pendekatan STEM dengan isu-isu global. Pendekatan pelatihan partisipatif dilakukan melalui lokakarya interaktif, praktik langsung, diskusi kelompok, tinjauan sejawat, dan evaluasi desain pembelajaran guru. Program ini melibatkan 19 guru biologi dari MGMP (Musyawarah Guru Mata Pelajaran) di Kabupaten Garut. Hasilnya menunjukkan bahwa para guru meningkatkan pemahaman mereka tentang konsep STEM-SDGs, mengembangkan rencana pembelajaran kontekstual, dan meningkatkan kesadaran akan literasi keberlanjutan. Rancangan pembelajaran yang dihasilkan membahas tema-tema seperti kesehatan dan gizi, inovasi pangan lokal, literasi bencana, perubahan iklim, dan pengelolaan sampah plastik, yang dinilai berkualitas baik hingga sangat baik, terutama dalam hal relevansi keberlanjutan dan kreativitas. Secara keseluruhan, program ini tidak hanya memperkuat kompetensi pedagogis guru, tetapi juga memperkuat peran mereka sebagai agen perubahan dalam mengimplementasikan pendidikan biologi yang inovatif, kontekstual, dan berorientasi pada keberlanjutan. Program ini memiliki potensi untuk direplikasi di komunitas guru lainnya, menumbuhkan kesadaran sosial yang lebih luas tentang isu-isu keberlanjutan dan mendukung sekolah-sekolah dalam membangun budaya pembelajaran yang bertanggung jawab terhadap lingkungan.

---

## Kata Kunci:

Guru Biologi, SDGs, STEM, Literasi Keberlanjutan, Pemberdayaan Guru

---

## Cara mensitasi:

Muthmainnah, R., Hernawati, D., Amalia, L., Mulyaningsih, S., & Kristianti, T. (2025). Integrasi STEM dan SDGs: Praktik baik pelatihan guru biologi dalam penyusunan desain pembelajaran berbasis keberlanjutan. *Jurnal Pengabdian Masyarakat PGSD*, 5(2), 85-100.

## PENDAHULUAN

Hasil asesmen internasional seperti *Programme for International Student Assessment* (PISA) masih menunjukkan bahwa kemampuan literasi sains siswa Indonesia berada di bawah rata-rata negara OECD (Limiansih et al., 2024). Keterampilan abad ke-21, seperti berpikir kritis, kreativitas, komunikasi, dan kolaborasi, juga belum berkembang secara optimal dalam praktik pembelajaran di sekolah (Wandari et al., 2024). Selain itu, kajian terbaru menegaskan bahwa literasi keberlanjutan (*sustainability literacy*) siswa masih rendah, sehingga pemahaman mereka tentang isu-isu global seperti krisis iklim, kesehatan, dan keberlanjutan sumber daya belum terintegrasi dalam proses belajar (Sanchez et al., 2025). Kondisi ini menunjukkan adanya kebutuhan mendesak untuk memperkuat pembelajaran sains yang tidak hanya menekankan aspek kognitif, tetapi juga membangun kepedulian dan tanggung jawab terhadap tantangan dunia nyata.

Pendidikan biologi di sekolah menengah dituntut untuk mampu menjawab tantangan tersebut, tidak hanya dalam penguasaan konsep, tetapi juga pengembangan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan kesadaran keberlanjutan (Jackson et al., 2023). Salah satu pendekatan yang relevan adalah pembelajaran berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) yang memfasilitasi siswa belajar secara integratif dengan orientasi pada pemecahan masalah nyata (Usman et al., 2023). Di sisi lain, isu keberlanjutan yang terangkum dalam *Sustainable Development Goals* (SDGs) menuntut dunia pendidikan untuk membekali generasi muda dengan literasi keberlanjutan. Integrasi STEM dan SDGs dalam pembelajaran biologi diharapkan dapat menghadirkan pengalaman belajar yang lebih kontekstual, bermakna, dan berdampak bagi kehidupan peserta didik.

Namun demikian, kondisi nyata menunjukkan bahwa guru-guru biologi, termasuk yang tergabung dalam Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Kabupaten Garut, masih menghadapi keterbatasan dalam merancang pembelajaran yang menggabungkan kedua aspek tersebut (Cordaro et al., 2025). Guru pada umumnya sudah terbiasa menyusun perangkat pembelajaran seperti Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) atau modul ajar, tetapi masih jarang yang mengintegrasikan pendekatan STEM dengan isu-isu SDGs secara sistematis (Muthmainnah & Putri, 2023). Beberapa hal yang menjadi akar masalah dari temuan ini adalah guru sering kali masih berfokus pada aspek kognitif dan belum sepenuhnya membangun kepedulian terhadap tantangan dunia nyata. Selain itu, Guru menghadapi kesulitan dalam memilih dan mengaitkan isu-isu SDGs yang relevan dan kontekstual dengan materi biologi yang mereka ajarkan (Mabsutsah & Yushardi, 2022). Akibatnya, peluang untuk menghadirkan pembelajaran biologi yang mendorong literasi sains sekaligus kesadaran keberlanjutan peserta didik masih belum optimal.

Pemilihan guru biologi sebagai sasaran pengabdian ini dilandasi oleh peran strategis guru termasuk sebagai ujung tombak pendidikan sains sekaligus agen perubahan di sekolah. Berbagai penelitian menegaskan bahwa pemberdayaan guru melalui pelatihan desain pembelajaran inovatif mampu meningkatkan kapasitas pedagogik, memperkuat literasi STEM, serta menumbuhkan orientasi pada pendidikan berkelanjutan. Selama ini, berbagai program peningkatan kompetensi guru telah dilakukan, termasuk bentuk pelatihan pembelajaran berbasis STEM (Hadi et al., 2025; Kurniasih et al., 2024). Begitu pula edukasi mengenai SDGs dalam konteks pendidikan, namun demikian, kedua fokus tersebut umumnya masih berjalan secara parsial (Milasari & Nugraheni, 2024). Artinya, pelatihan STEM lebih menekankan pada integrasi sains, teknologi, engineering, dan matematika dalam pembelajaran tanpa secara eksplisit mengaitkannya dengan isu global berkelanjutan, sedangkan edukasi SDGs cenderung menekankan aspek kesadaran keberlanjutan tanpa penguatan pada pendekatan pedagogis STEM (Puspitasari, 2025). Dengan demikian, intervensi berupa pelatihan penyusunan desain pembelajaran biologi berbasis STEM-SDGs dalam program ini memiliki kebaruan, yaitu mengintegrasikan dua hal penting yang sebelumnya masih terfragmentasi. Integrasi ini diharapkan mendorong guru untuk lebih adaptif, kreatif, dan solutif dalam menghadapi persoalan pendidikan kontemporer.

Strategi pemecahan masalah dilakukan melalui rangkaian kegiatan yang sistematis, dimulai dari workshop pengenalan konsep dasar STEM dan ESD, dilanjutkan dengan diskusi isu-isu

global yang relevan dengan topik biologi di sekolah. Guru kemudian difasilitasi untuk mengidentifikasi kompetensi dasar yang sesuai, memilih isu SDGs yang kontekstual dengan kehidupan siswa, serta merancang skenario pembelajaran yang menekankan pendekatan pemecahan masalah nyata. Selain itu, untuk memperkuat keterampilan praktis, kegiatan pelatihan tidak hanya bersifat ceramah, tetapi juga berbasis praktik langsung (*hands-on training*). Guru secara berkelompok dilatih menyusun rancangan pembelajaran, kemudian melakukan *peer review* untuk saling memberikan umpan balik. Dengan cara ini, diharapkan terbentuk komunitas belajar yang saling mendukung, sekaligus menumbuhkan budaya kolaborasi dalam penyusunan desain pembelajaran inovatif.

Output utama dari kegiatan ini adalah lahirnya produk desain pembelajaran STEM-SDGs yang aplikatif dan siap diimplementasikan di kelas. Lebih dari itu, intervensi ini diharapkan mendorong guru untuk lebih reflektif dan kreatif dalam merancang pembelajaran, sehingga mampu memperluas dampak ke ranah siswa berupa peningkatan literasi sains, keterampilan abad ke-21, serta kesadaran keberlanjutan. Dengan demikian, program ini tidak hanya menyelesaikan masalah keterbatasan kompetensi guru dalam perancangan pembelajaran, tetapi juga menjadi upaya strategis dalam mewujudkan transformasi pendidikan biologi yang berorientasi pada keberlanjutan. Secara khusus, tujuan dari program pengabdian ini adalah memberdayakan guru biologi agar mampu menyusun desain pembelajaran berbasis STEM yang terintegrasi dengan SDGs, sehingga dapat memperkuat literasi STEM sekaligus literasi keberlanjutan peserta didik.

## METODOLOGI

### Subjek dan Lokasi Pengabdian

Program pengabdian masyarakat ini melibatkan guru biologi tingkat SMA yang tergabung dalam Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Kabupaten Garut. Pemilihan komunitas ini didasarkan pada kebutuhan mereka untuk meningkatkan kapasitas pedagogis, khususnya dalam merancang pembelajaran biologi yang relevan dengan tantangan abad ke-21 dan isu keberlanjutan. Pada awalnya dipilih 25 guru biologi yang akan mewakili komunitas, namun yang hadir saat acara berlangsung adalah 19 orang guru. Kegiatan dilaksanakan di *smartclassroom* Gedung F IPI Garut dengan dukungan penuh, baik dari mitra maupun lembaga.

### Strategi Pengabdian

Pemberdayaan guru dilakukan melalui pendekatan partisipatif dengan melibatkan guru secara aktif sejak tahap perencanaan hingga evaluasi. Pada tahap awal, guru diajak untuk mengidentifikasi masalah nyata dalam praktik pembelajaran mereka, khususnya keterbatasan dalam mengintegrasikan STEM dan SDGs. Hasil identifikasi ini kemudian dijadikan dasar penyusunan agenda pelatihan agar sesuai dengan kebutuhan mereka.

Strategi utama yang digunakan dalam pelaksanaan program adalah:

1. **Workshop interaktif**, untuk memberikan penguatan konsep tentang STEM, SDGs, dan desain pembelajaran berbasis keberlanjutan.
2. **Praktik langsung (*hands-on training*)**, di mana guru menyusun rancangan desain pembelajaran berbasis STEM-SDGs.
3. **Diskusi kelompok dan *peer review***, yang memungkinkan guru memberikan masukan terhadap rancangan rekan sejawat sehingga terjadi proses kolaborasi dan refleksi.
4. **Evaluasi**, untuk menilai capaian pelatihan dan memantau potensi perubahan sosial dalam komunitas guru melalui penguatan literasi STEM-SDGs.

### Langkah-Langkah Pengabdian

Pengabdian dilakukan melalui beberapa tahapan sistematis ditampilkan dalam Tabel 1 berikut.

**Tabel 1.** Tahapan Sistematis Program Pengabdian

| Tahap                                  | Kegiatan                                                                   | Output                                                | Indikator Keberhasilan                               |
|----------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Analisis Kebutuhan                     | Identifikasi kebutuhan guru melalui diskusi awal dengan pengurus MGMP      | Peta kebutuhan guru terkait integrasi STEM dan SDGs   | Guru mampu mengidentifikasi kesenjangan pembelajaran |
| Perencanaan                            | Koordinasi, penyusunan jadwal, dan pengembangan modul pelatihan            | Rencana pelatihan yang sistematis dan modul pelatihan | Agenda pelatihan disetujui dan modul siap digunakan  |
| Workshop Konsep STEM & SDGs            | Penyampaian materi tentang konsep dasar STEM dan SDGs                      | Pemahaman guru tentang konsep STEM dan SDGs           | Guru memahami pentingnya integrasi STEM-SDGs         |
| Praktik Penyusunan Desain Pembelajaran | Guru menyusun rancangan desain pembelajaran berbasis STEM-SDGs             | Draft desain pembelajaran STEM-SDGs                   | Guru menghasilkan rancangan awal pembelajaran        |
| Peer Review & Diskusi Kelompok         | Guru melakukan telaah sejawat terhadap rancangan rekan kelompok            | Perbaikan desain pembelajaran melalui masukan sejawat | Guru aktif memberi dan menerima umpan balik          |
| Evaluasi                               | Penilaian kualitas desain pembelajaran melalui rubrik dan refleksi bersama | Nilai kualitas desain dan rekomendasi perbaikan       | Kualitas desain meningkat sesuai rubrik penilaian    |

### Alur Program Pengabdian

Proses pengabdian digambarkan dalam alur berikut.



**Gambar 1.** Alur Kegiatan

### Instrumen dan Analisis Data Pengabdian

Instrumen yang digunakan dalam program pengabdian ini terdiri dari dua jenis. Pertama, angket guru yang disusun dengan skala Likert empat tingkat untuk mengukur persepsi guru sesudah pelatihan. Angket ini mencakup beberapa aspek penting, yaitu pemahaman konsep dasar STEM, pemahaman mengenai integrasi SDGs dalam pembelajaran biologi, keterampilan merancang pembelajaran berbasis STEM, serta kesadaran terhadap pentingnya literasi keberlanjutan. Dengan menggunakan angket ini, dapat diperoleh gambaran mengenai perubahan

tingkat pemahaman guru setelah mengikuti pelatihan. Angket persepsi guru dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

**Tabel 2.** Angket Persepsi Guru

| No | Pernyataan                                                                                         | Skala |   |   |   |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|---|---|---|
|    |                                                                                                    | 1     | 2 | 3 | 4 |
| 1  | Saya memahami konsep dasar pembelajaran berbasis STEM.                                             |       |   |   |   |
| 2  | Saya memahami bagaimana mengintegrasikan isu-isu SDGs ke dalam pembelajaran biologi.               |       |   |   |   |
| 3  | Saya merasa memiliki keterampilan untuk merancang pembelajaran biologi yang berbasis STEM.         |       |   |   |   |
| 4  | Saya mampu memilih isu SDGs yang relevan untuk dikaitkan dengan materi biologi.                    |       |   |   |   |
| 5  | Saya merasa lebih sadar akan pentingnya literasi keberlanjutan dalam pembelajaran biologi.         |       |   |   |   |
| 6  | Saya memiliki kepercayaan diri untuk mengimplementasikan desain pembelajaran STEM-SDGs di kelas.   |       |   |   |   |
| 7  | Kegiatan ini bermanfaat dalam memperluas wawasan saya tentang pembelajaran berbasis keberlanjutan. |       |   |   |   |

Kedua, produk desain pembelajaran yang dihasilkan oleh guru dalam bentuk rancangan pembelajaran biologi berbasis STEM yang terintegrasi dengan isu-isu SDGs. Produk ini disusun secara berkelompok selama sesi praktik, kemudian dikumpulkan sebagai bukti capaian program. Desain pembelajaran tersebut dianalisis menggunakan rubrik penilaian dengan indikator yang meliputi kesesuaian rancangan dengan prinsip-prinsip STEM, relevansi isu SDGs yang dipilih, kejelasan langkah-langkah pembelajaran, serta potensi implementasi di kelas. Hasil analisis produk pembelajaran dikategorikan menjadi sangat baik, baik, cukup, atau kurang, sehingga dapat terlihat variasi kualitas rancangan yang dihasilkan oleh peserta. Rubrik penilaian desain pembelajaran dapat dilihat pada tabel berikut.

**Tabel 3.** Rubrik Desain Pembelajaran STEM-SDGs

| Aspek yang Dinilai             | Skor 1 (Kurang)                                                            | Skor 2 (Cukup)                                                  | Skor 3 (Baik)                                           | Skor 4 (Sangat Baik)                                                        |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
| Kesesuaian dengan prinsip STEM | Hanya menekankan salah satu aspek (misal hanya sains) tanpa integrasi      | Menggunakan 2 aspek STEM tetapi belum jelas integrasinya        | Menggunakan 3 aspek STEM dengan integrasi cukup baik    | Mengintegrasikan 4 aspek STEM secara holistik dan jelas                     |
| Relevansi isu SDGs             | Isu yang dipilih tidak terkait dengan materi biologi dan tidak kontekstual | Isu terkait SDGs tetapi kurang relevan dengan kehidupan siswa   | Isu relevan dengan materi biologi dan cukup kontekstual | Isu sangat relevan, kontekstual, dan mendukung literasi keberlanjutan siswa |
| Kejelasan langkah pembelajaran | Langkah pembelajaran tidak runtut dan sulit dipahami                       | Langkah pembelajaran ada tetapi kurang jelas atau tidak lengkap | Langkah pembelajaran runtut dan cukup jelas             | Langkah pembelajaran sangat runtut, detail, dan mudah diimplementasikan     |
| Potensi implementasi           | Tidak dapat diterapkan dalam konteks sekolah                               | Sulit diterapkan karena membutuhkan banyak penyesuaian          | Dapat diterapkan dengan beberapa penyesuaian            | Sangat mudah diimplementasikan sesuai kondisi sekolah                       |

Kategori Nilai Akhir:

13–16 = Sangat Baik

9–12 = Baik

5–8 = Cukup

1–4 = Kurang

Data yang diperoleh dari kedua instrumen ini kemudian dianalisis secara deskriptif kuantitatif dan kualitatif. Angket dianalisis menggunakan rata-rata dan persentase untuk menilai peningkatan pemahaman guru, sedangkan produk desain pembelajaran dianalisis menggunakan rubrik penilaian yang memberikan gambaran kekuatan dan kelemahan rancangan. Dengan kombinasi kedua analisis tersebut, efektivitas program pengabdian dalam meningkatkan kapasitas guru untuk merancang pembelajaran biologi berbasis STEM-SDGs dapat dipetakan secara lebih menyeluruh.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Profil Peserta

Program pengabdian ini diikuti oleh 19 guru biologi yang berasal dari berbagai sekolah di Kabupaten Garut. Sebanyak 11 orang (57,9%) berasal dari sekolah negeri, sedangkan 8 orang (42,1%) berasal dari sekolah swasta. Dari segi pengalaman mengajar, sebagian besar peserta (63,2%) memiliki pengalaman mengajar kurang dari atau sama dengan lima tahun, sedangkan 36,8% lainnya telah mengajar lebih dari lima tahun. Data ini menunjukkan bahwa peserta pelatihan cukup beragam dari sisi latar belakang institusi maupun lama pengalaman, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

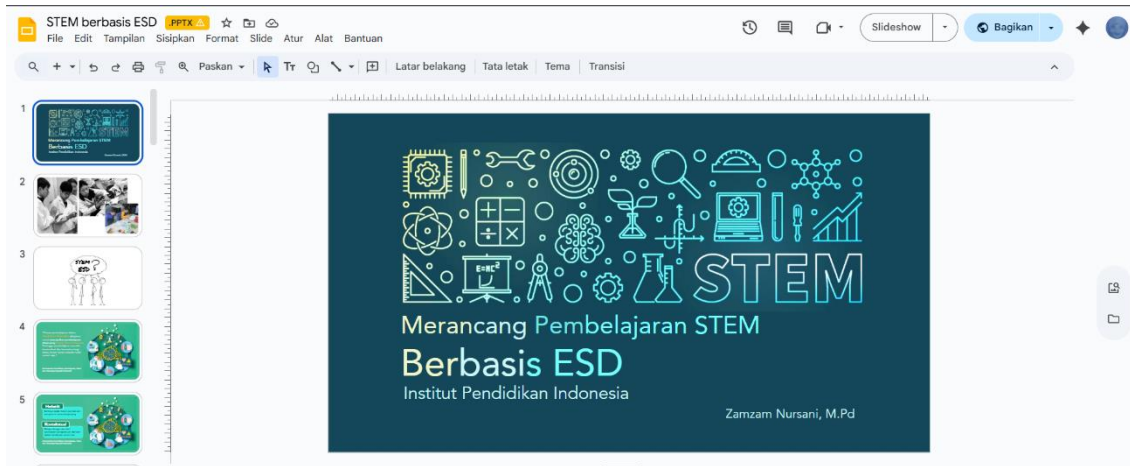
**Tabel 4.** Profil Peserta

| Kategori            |                | Jumlah | Persentase |
|---------------------|----------------|--------|------------|
| Asal Mengajar       | Sekolah Negeri | 11     | 57,9%      |
|                     | Sekolah Swasta | 8      | 42,1%      |
| Pengalaman Mengajar | > 5 tahun      | 7      | 36,8%      |
|                     | ≤ 5 tahun      | 12     | 63,2%      |
| Jenis Kelamin       | Laki-laki      | 16     | 84,3%      |
|                     | Perempuan      | 3      | 15,7%      |

Meskipun demikian, hanya sebagian kecil guru yang pernah mendapatkan pelatihan terkait pembelajaran STEM secara formal, dan jumlah yang lebih kecil lagi yang pernah belajar tentang integrasi SDGs dalam pembelajaran. Hal ini menegaskan pentingnya program pelatihan ini sebagai upaya awal untuk memperkenalkan dan memperkuat literasi STEM-SDGs bagi guru biologi.

### Pelaksanaan Kegiatan

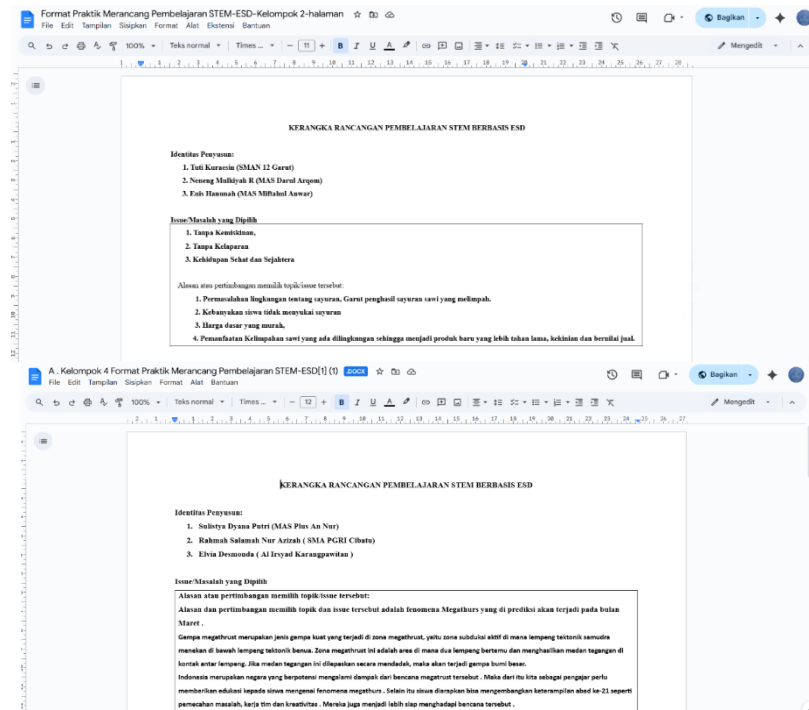
Kegiatan pelatihan dilaksanakan dalam selama 7 jam, dimulai dari jam 08.00-15.00 WIB. Acara dimulai dengan sesi pembukaan yang berisi sambutan dari ketua prodi Pendidikan Biologi IPI Garut serta penjelasan mengenai tujuan program pengabdian. Setelah itu, fasilitator memberikan pemaparan materi pengantar mengenai konsep STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) dan urgensi integrasinya dalam pembelajaran biologi. Sesi ini juga menekankan keterkaitan pembelajaran STEM dengan *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya pada isu-isu lingkungan, kesehatan, pangan, dan keberlanjutan. Berikut adalah tampilan powerpoint pemaparan materi.



Gambar 2. Tampilan PowerPoint Pemaparan Materi

Usai pemaparan materi, kegiatan dilanjutkan dengan sesi diskusi interaktif. Guru diberikan kesempatan untuk mengajukan pertanyaan, berbagi pengalaman mengajar, serta mendiskusikan tantangan yang mereka hadapi dalam memasukkan isu-isu keberlanjutan ke dalam pembelajaran. Suasana diskusi berlangsung aktif, memperlihatkan antusiasme peserta untuk memahami konsep baru yang ditawarkan.

Tahap berikutnya adalah praktik kelompok, di mana peserta dibagi ke dalam beberapa kelompok kecil untuk mulai mengembangkan desain pembelajaran biologi berbasis STEM yang terintegrasi dengan isu-isu SDGs. Pada sesi ini, fasilitator berperan sebagai pendamping yang memberikan arahan, klarifikasi konsep, dan umpan balik terhadap rancangan yang dikerjakan peserta. Proses ini mendorong guru untuk berkolaborasi, berdiskusi, serta saling bertukar ide dalam merancang strategi pembelajaran yang inovatif. Berikut adalah tampilan desain pembelajaran yang dibuat guru.



Gambar 3. Tampilan PowerPoint Pemaparan Materi

Kegiatan hari itu ditutup dengan presentasi hasil rancangan tiap kelompok, yang kemudian mendapatkan tanggapan dari fasilitator maupun rekan sesama guru. Sesi ini tidak hanya memberikan kesempatan bagi guru untuk menampilkan hasil kerja mereka, tetapi juga menjadi forum refleksi bersama untuk menilai kekuatan dan kelemahan desain pembelajaran yang telah dibuat. Penutupan dilakukan dengan pengisian angket persepsi, penyampaian kesimpulan umum kegiatan, serta harapan agar para guru dapat mengimplementasikan desain pembelajaran STEM-SDGs di kelas masing-masing. Berikut adalah bukti dokumentasi kegiatan.



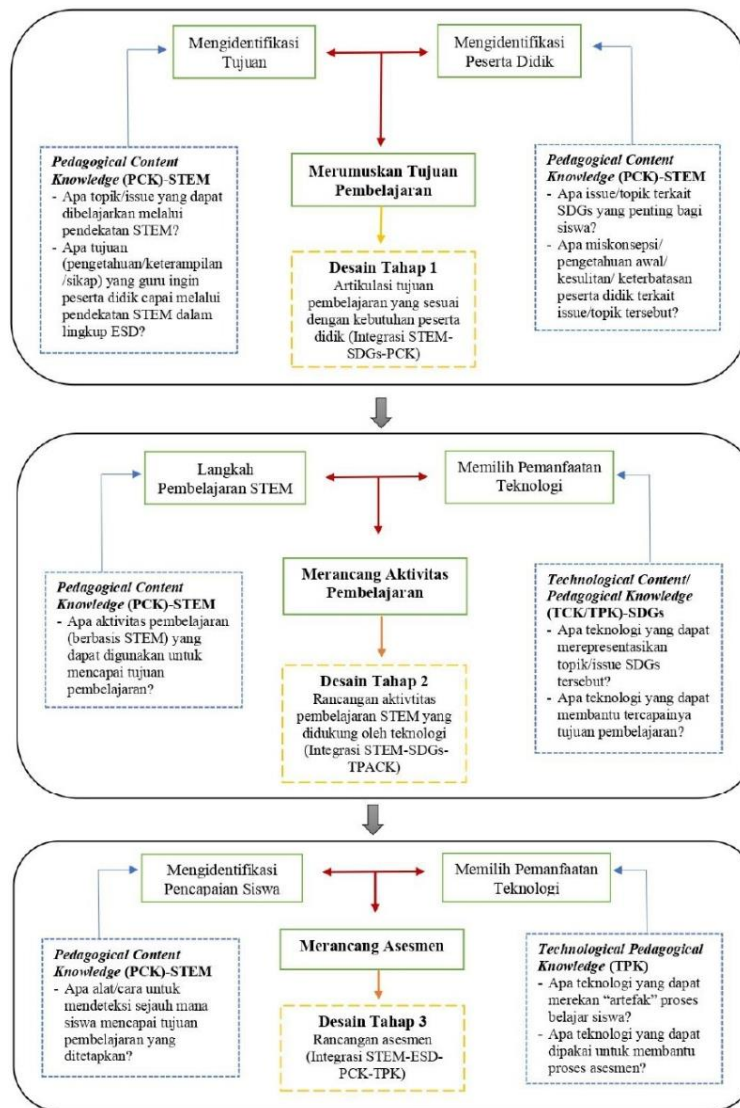
**Gambar 4.** Dokumentasi Kegiatan

#### **Tahapan Pembuatan Desain Pembelajaran**

Proses pengembangan desain pembelajaran berbasis STEM-SDGs yang dilakukan guru dalam pelatihan ini melalui tiga tahap utama. Pertama, merumuskan tujuan pembelajaran. Pada tahap ini guru mengidentifikasi isu atau topik yang relevan dengan SDGs, kemudian menyesuaikannya dengan kebutuhan belajar siswa, termasuk miskonsepsi atau keterbatasan pemahaman yang mungkin dimiliki. Dari sini, guru merumuskan tujuan pembelajaran berbasis STEM yang kontekstual dan bermakna.

Kedua, merancang aktivitas pembelajaran. Guru mendiskusikan dan menyusun aktivitas yang sesuai dengan pendekatan STEM untuk menyelesaikan isu SDGs yang dipilih. Aktivitas dirancang agar melibatkan siswa dalam proses inkuiri, pemecahan masalah, serta penggunaan teknologi sederhana maupun digital sebagai bagian dari pembelajaran. Ketiga, mengembangkan asesmen. Guru menyusun bentuk penilaian untuk mengukur ketercapaian tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan, termasuk instrumen untuk menilai proses dan produk belajar siswa. Pada tahap ini, guru juga diarahkan untuk mempertimbangkan pemanfaatan teknologi yang dapat merekam proses belajar siswa maupun hasil kerja mereka sebagai “artefak” pembelajaran.

Melalui tiga tahapan ini, guru tidak hanya berlatih menyusun perangkat pembelajaran yang inovatif, tetapi juga belajar bagaimana mengintegrasikan isu-isu keberlanjutan ke dalam praktik mengajar yang lebih kontekstual dan relevan dengan kehidupan sehari-hari siswa. Berikut bagan alur tahapan desain pembelajaran berbasis STEM-SDGs.



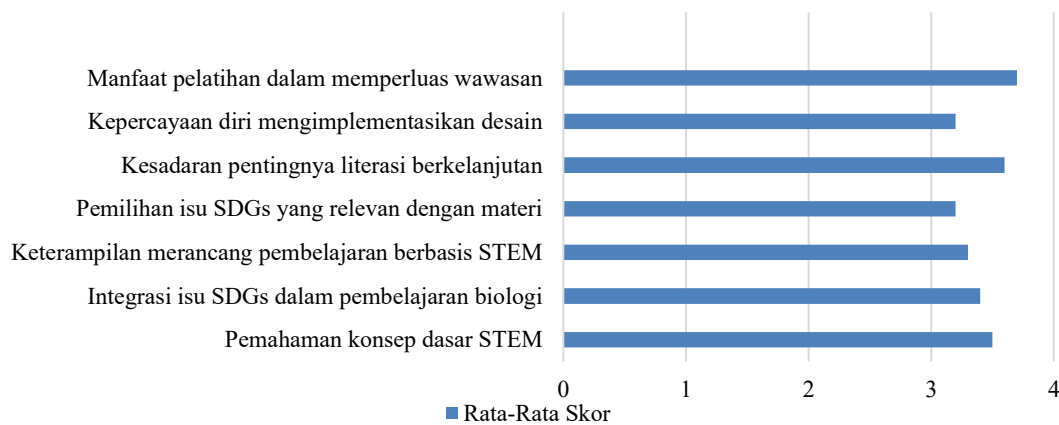
Gambar 5. Tahapan Pembuatan Desain Pembelajaran STEM-SDGs (Chai & Koh, 2017)

### Hasil Angket Persepsi Guru

Hasil angket yang diisi oleh para guru setelah mengikuti kegiatan menunjukkan bahwa sebagian besar peserta memiliki persepsi positif terhadap pelatihan yang diberikan. Pada indikator pemahaman konsep dasar STEM dan integrasi SDGs dalam pembelajaran biologi, skor rata-rata berada pada kategori baik hingga sangat baik. Hal ini menandakan bahwa guru merasa materi yang disampaikan relevan dan dapat memperkaya wawasan mereka. Indikator keterampilan merancang pembelajaran berbasis STEM dan pemilihan isu SDGs yang relevan juga memperoleh skor yang cukup tinggi. Temuan ini menunjukkan bahwa guru menilai diri mereka mampu menyusun rancangan pembelajaran yang mengaitkan materi biologi dengan isu keberlanjutan secara kontekstual.

Selain itu, aspek kesadaran akan pentingnya literasi keberlanjutan dan kepercayaan diri dalam mengimplementasikan desain pembelajaran STEM-SDGs juga mendapat respon positif. Walaupun demikian, beberapa guru mengakui masih membutuhkan waktu dan pendampingan lanjutan untuk benar-benar menerapkan desain tersebut di kelas nyata. Secara umum, skor rata-

rata dari seluruh indikator berada pada kategori baik, sehingga dapat disimpulkan bahwa pelatihan ini berhasil meningkatkan kesadaran, motivasi, dan kesiapan guru untuk mengintegrasikan STEM dan SDGs dalam praktik pembelajaran biologi.



**Gambar 6.** Diagram Hasil Angket Persepsi Guru Pra Kegiatan

### Produk Desain Pembelajaran Guru

Pelaksanaan pelatihan menghasilkan lima rancangan pembelajaran berbasis STEM dengan mengintegrasikan isu-isu keberlanjutan yang beragam. Tema yang diangkat mencerminkan masalah nyata yang dihadapi masyarakat sekaligus dekat dengan pengalaman sehari-hari siswa. Guru memilih isu kesehatan dan kesejahteraan, pemanfaatan hasil pertanian lokal melalui inovasi pangan, literasi kebencanaan, pemanasan global, serta pengolahan sampah plastik menjadi produk ecobrick.

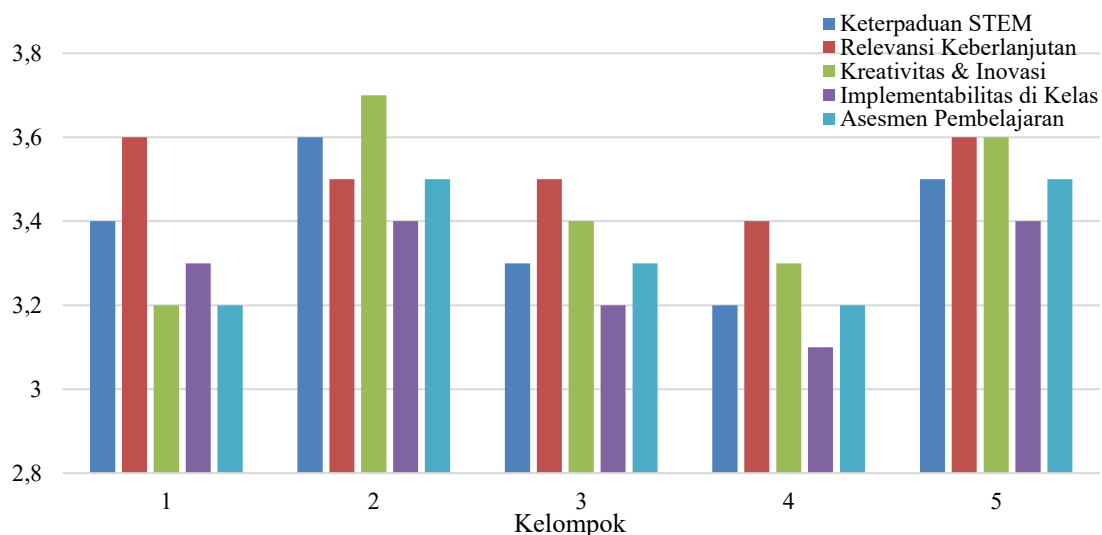
Variasi tema ini memperlihatkan bahwa guru tidak hanya berfokus pada aspek kognitif pembelajaran biologi, tetapi juga berupaya menghubungkannya dengan persoalan sosial dan lingkungan. Dengan demikian, produk desain yang dihasilkan berpotensi menumbuhkan kepedulian siswa terhadap isu-isu keberlanjutan, sekaligus menanamkan nilai praktis berupa keterampilan berpikir kritis, kolaboratif, dan kreatif. Rancangan pembelajaran ini menunjukkan bahwa pendekatan STEM-SDGs mampu membuka ruang bagi guru untuk menghasilkan inovasi pembelajaran yang lebih kontekstual dan aplikatif. Secara lebih detail, Tabel 5 berikut menggambarkan produk desain pembelajaran yang dihasilkan guru.

**Tabel 5.** Produk Desain Pembelajaran Guru

| Kelompok | Tema Besar                | Fokus Isu/Produk                    | Alasan Pemilihan                                                                                            |
|----------|---------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1        | Kesehatan & Kesejahteraan | Edukasi kesehatan & nutrisi makanan | Banyak siswa kurang peduli kesehatan dan asupan gizi                                                        |
| 2        | Pangan & Kesejahteraan    | Pembuatan kimchi dari sawi lokal    | Produksi sawi melimpah di Garut, kurang diminati siswa, dapat diolah jadi produk bernilai                   |
| 3        | Kesiapsiagaan Bencana     | Edukasi gempa megathrust            | Indonesia rawan bencana; penting membekali siswa dengan literasi sains kebencanaan dan keterampilan abad 21 |
| 4        | Perubahan Iklim           | Edukasi pemanasan global            | Suhu bumi meningkat, isu nyata dan relevan dengan kehidupan sehari-hari                                     |
| 5        | Lingkungan & Sampah       | Pengolahan sampah menjadi ecobrick  | Upaya pengurangan sampah plastik dan penerapan gaya hidup berkelanjutan                                     |

Penilaian terhadap lima desain yang dihasilkan menunjukkan kualitas berada pada kategori baik hingga sangat baik. Aspek dengan capaian tertinggi adalah relevansi dengan isu keberlanjutan, yang mengindikasikan bahwa guru mampu memilih topik yang autentik, dekat dengan kehidupan siswa, dan memiliki nilai penting bagi masyarakat. Isu-isu seperti kesehatan, pangan, kebencanaan, perubahan iklim, dan pengelolaan sampah dipandang mampu menjadi penghubung antara materi biologi dengan tantangan global yang nyata. Aspek kreativitas dan inovasi juga menonjol pada desain tertentu, terutama yang menghasilkan produk konkret seperti kimchi dari sawi lokal dan ecobrick dari sampah plastik. Desain ini memperlihatkan bagaimana guru dapat mengintegrasikan sains, teknologi, dan rekayasa dengan konteks lokal, sekaligus menumbuhkan jiwa kewirausahaan dan kepedulian lingkungan pada siswa.

Sementara itu, aspek keterpaduan STEM, implementabilitas, dan asesmen secara umum berada pada kategori baik. Hal ini menunjukkan bahwa guru sudah mampu mengintegrasikan komponen STEM dalam rancangan mereka, meskipun masih diperlukan pendalaman dalam hal strategi asesmen yang lebih autentik serta detail implementasi agar benar-benar dapat diterapkan secara efektif di kelas. Diagram batang tersebut menunjukkan hasil penilaian produk desain pembelajaran guru pada lima kelompok berdasarkan lima aspek utama, yaitu keterpaduan STEM, relevansi dengan isu keberlanjutan, kreativitas dan inovasi, implementabilitas di kelas, serta asesmen pembelajaran.



**Gambar 6.** Perbandingan Skor Penilaian Produk Desain Pembelajaran Guru per Kelompok

Secara umum, setiap kelompok memperoleh skor rata-rata antara 3,1 hingga 3,7 yang termasuk kategori Baik hingga Sangat Baik. Kelompok 2 dan kelompok 5 menonjol dengan skor relatif lebih tinggi pada sebagian besar aspek, terutama pada indikator kreativitas dan relevansi dengan isu keberlanjutan. Rata-rata keseluruhan menunjukkan bahwa kualitas desain pembelajaran guru telah memenuhi kategori Baik–Sangat Baik, dengan kekuatan utama pada relevansi dengan isu keberlanjutan (3,5) dan kreativitas & inovasi (3,4), yang menunjukkan adanya kesadaran guru dalam mengintegrasikan aspek keberlanjutan serta kemampuan menghadirkan ide-ide baru dalam desain pembelajaran. Secara keseluruhan, desain pembelajaran yang dihasilkan menegaskan bahwa pelatihan ini berhasil memberdayakan guru dalam mengembangkan pembelajaran yang tidak hanya berbasis sains, tetapi juga berorientasi pada pemecahan masalah nyata. Hal ini menegaskan potensi pendekatan STEM-SDGs sebagai strategi penguatan profesionalisme guru dan sebagai model pembelajaran yang relevan untuk menghadapi tantangan abad ke-21.

## Pembahasan

Kegiatan pengabdian masyarakat ini memperlihatkan adanya proses pemberdayaan guru biologi yang nyata dan terukur. Pada awal kegiatan, guru dihadapkan pada keterbatasan pemahaman mengenai konsep pembelajaran berbasis STEM dan integrasi isu SDGs. Sebagian besar peserta bahkan mengaku baru pertama kali mendengar dan berlatih secara langsung merancang pembelajaran dengan pendekatan ini. Kondisi ini mencerminkan kesenjangan kompetensi guru dalam merespons tuntutan abad ke-21 yang menekankan keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, kolaborasi, serta literasi sains dan keberlanjutan (Almazroa & Alotaibi, 2023).

Selama pelatihan, guru diperkenalkan pada prinsip dasar desain pembelajaran STEM yang berangkat dari masalah nyata (*real-world problems*) serta relevansinya dengan tujuan pembangunan berkelanjutan. Pembelajaran STEM akan lebih bermakna jika dikaitkan dengan isu kontekstual yang dekat dengan kehidupan siswa (Roehrig et al., 2021). Hal ini terbukti dalam kegiatan, di mana guru memilih beragam tema keberlanjutan, seperti kesehatan dan gizi, pengolahan hasil pertanian, kesiapsiagaan bencana, perubahan iklim, dan pengelolaan sampah. Pemilihan isu-isu ini menunjukkan adanya kesadaran baru bahwa biologi bukan sekadar materi kognitif, tetapi dapat dijadikan sarana untuk mengembangkan kepedulian sosial dan lingkungan siswa.

Proses transformasi perspektif ini dapat dipahami sebagai bentuk awal perubahan sosial (*social change*) di komunitas guru. Pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan (ESD) bukan hanya menekankan isi kurikulum, tetapi juga mendorong transformasi peran guru sebagai agen perubahan (*change agents*) yang menumbuhkan kesadaran kritis, partisipasi, dan aksi nyata (Cahyani et al., 2024). Dalam konteks kegiatan ini, guru berperan aktif mengaitkan pembelajaran dengan isu lokal seperti kelimpahan sayuran di Garut yang kurang dimanfaatkan atau permasalahan sampah plastik, yang kemudian diolah menjadi ide pembelajaran yang lebih aplikatif dan berdaya guna.

Penilaian terhadap desain pembelajaran menunjukkan kualitas yang berada pada kategori baik hingga sangat baik. Aspek relevansi dengan isu keberlanjutan dan kreativitas mendapatkan skor paling tinggi, yang menandakan bahwa guru tidak hanya mampu mengaitkan sains dengan realitas sosial-ekologis, tetapi juga menghasilkan rancangan yang inovatif. Temuan ini menegaskan bahwa integrasi SDGs ke dalam pembelajaran merupakan langkah strategis untuk membentuk kesadaran global dan tanggung jawab sosial peserta didik (Bascopé et al., 2019). Selain itu, hasil ini mengonfirmasi bahwa kompetensi keberlanjutan dapat ditumbuhkan melalui pembelajaran berbasis masalah nyata yang menuntut siswa untuk mengintegrasikan dimensi pengetahuan, keterampilan, dan nilai (Maulina et al., 2025).

Selain itu, kegiatan ini memiliki sejumlah keunggulan yang membedakannya dari program pelatihan guru pada umumnya. Pertama, kegiatan tidak hanya berfokus pada peningkatan keterampilan teknis penyusunan perangkat pembelajaran, tetapi juga menempatkan isu keberlanjutan sebagai konten utama sehingga pembelajaran yang dihasilkan lebih kontekstual dan relevan dengan kehidupan siswa. Kedua, pelaksanaan program berbasis komunitas melalui wadah MGMP memperkuat kolaborasi guru dan membangun kesadaran kolektif untuk bergerak bersama sebagai agen perubahan di bidang pendidikan.

Bentuk konkret perubahan sosial mulai terlihat dari meningkatnya keberanian guru untuk mengaitkan materi biologi dengan masalah lokal dan global, serta munculnya kesadaran baru bahwa pembelajaran dapat menjadi sarana pemberdayaan siswa. Misalnya, gagasan pengolahan sayuran lokal menjadi produk bernilai jual atau pemanfaatan sampah plastik menjadi ecobrick menunjukkan adanya orientasi sosial-ekologis dalam rancangan pembelajaran guru. Hal ini berpotensi berdampak lebih besar, karena jika diterapkan di kelas, siswa tidak hanya memperoleh pemahaman konsep biologi tetapi juga keterampilan berpikir kritis, kreativitas, dan kepedulian terhadap keberlanjutan lingkungan.

Namun demikian, beberapa aspek seperti implementabilitas di kelas dan asesmen autentik masih berada pada kategori baik namun belum optimal. Keterbatasan ini menunjukkan bahwa guru sering kesulitan dalam merancang asesmen yang sesuai dengan karakteristik pembelajaran

STEM. Selain itu, durasi pelatihan yang relatif singkat membuat guru belum memiliki kesempatan untuk menguji desain yang dibuat dalam praktik kelas. Oleh karena itu, pendampingan lanjutan dan berbagi praktik baik antar-guru menjadi langkah penting agar kompetensi ini benar-benar berdampak pada proses pembelajaran siswa.

Secara praktis, kegiatan ini memberikan manfaat nyata bagi komunitas guru, khususnya dalam memperkuat kapasitas mereka untuk menghadirkan pembelajaran yang kontekstual, kreatif, dan berorientasi keberlanjutan. Lebih jauh, kegiatan ini memperkuat peran MGMP sebagai wadah kolaborasi profesional guru dalam menjawab tuntutan pendidikan abad ke-21. Jika direplikasi secara lebih luas, model pelatihan ini berpotensi tidak hanya meningkatkan kompetensi individu guru, tetapi juga mendorong perubahan paradigma pendidikan biologi di sekolah ke arah yang lebih relevan dengan kebutuhan sosial dan ekologis masyarakat. Dengan demikian, pengabdian ini telah memberikan kontribusi ganda: meningkatkan keterampilan pedagogis guru sekaligus membuka ruang bagi transformasi sosial melalui pendidikan.

Dalam kerangka keberlanjutan, program ini dirancang untuk tidak berhenti pada tahap pelatihan. Rencana tindak lanjut yang kami tawarkan bersama komunitas guru meliputi pendampingan lanjutan dalam implementasi desain pembelajaran di kelas serta evaluasi dampaknya terhadap literasi sains dan kesadaran keberlanjutan siswa. Bentuk pendampingan ini mencakup sesi refleksi dan berbagi praktik baik antar-guru, sehingga keberhasilan maupun tantangan implementasi dapat menjadi bahan pembelajaran kolektif. Melalui pendekatan ini, peran partisipatif mitra—dalam hal ini MGMP Biologi—menjadi semakin penting sebagai penggerak komunitas dan penjaga keberlanjutan program. Dengan demikian, pengabdian ini tidak hanya menghasilkan desain pembelajaran, tetapi juga memicu perubahan sosial yang lebih luas dan berkelanjutan melalui partisipasi aktif komunitas guru.

## KESIMPULAN

Pelaksanaan program pengabdian ini berhasil meningkatkan kapasitas guru biologi SMA dalam menyusun desain pembelajaran berbasis STEM yang terintegrasi dengan isu-isu SDGs. Guru menunjukkan peningkatan pemahaman konsep, keterampilan merancang pembelajaran, serta kesadaran pentingnya literasi keberlanjutan. Lima rancangan pembelajaran yang dihasilkan menegaskan adanya kemampuan guru untuk mengaitkan biologi dengan isu kesehatan, pangan, kebencanaan, perubahan iklim, dan lingkungan, dengan kualitas baik hingga sangat baik. Kegiatan ini berkontribusi pada penguatan profesionalisme guru sekaligus membuka peluang transformasi pendidikan biologi yang lebih kontekstual, kreatif, dan relevan dengan tantangan abad ke-21. Meski demikian, aspek implementasi di kelas dan asesmen autentik masih membutuhkan pendampingan lanjutan. Dengan demikian, pelatihan STEM-SDGs ini dapat menjadi model strategis pemberdayaan guru sekaligus sarana memperkuat literasi sains dan keberlanjutan siswa. Sebagai tindak lanjut, direkomendasikan adanya pendampingan berkelanjutan bagi guru dalam mengimplementasikan rancangan di kelas serta mengembangkan asesmen autentik. Selain itu, diperlukan kolaborasi antar guru melalui forum berbagi praktik baik dan lesson study untuk memperkuat refleksi pedagogis. Integrasi program ini ke dalam Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Biologi juga menjadi strategi penting agar keberlanjutan program lebih terjamin dan dapat meluas ke komunitas guru yang lebih luas.

## PERSEMBAHAN

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Institut Pendidikan Indonesia Garut atas dukungan dana dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian ini

## DAFTAR PUSTAKA

Almazroa, H., & Alotaibi, W. (2023). Teaching 21st century skills: Understanding the depth and width of the challenges to shape proactive teacher skills education programmes. *Sustainability*, 15(9), 7365. <https://doi.org/10.3390/su15097365>

- Bascopé, M., Perasso, P., & Reiss, K. (2019). Systematic review of education for sustainable development at an early stage: Cornerstones and pedagogical approaches for teacher professional development. *Sustainability*, 11(3), 719. <https://doi.org/10.3390/su11030719>
- Muthmainnah, R., & Putri, D. I. (2023). Teachers' beliefs and efficacy of technological pedagogical content knowledge for STEM learning. *Jurnal Bioterdidik: Wahana Ekspresi Ilmiah*, 11(2), 152–161. <https://doi.org/10.23960/jbt.v11.i2.28402>
- Cahyani, D. R., Ridha, M. L., Nabila, S., Supriyadi, S., & Izzatika, A. (2024). Perspektif guru terhadap implementasi pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan (ESD) dalam mata pelajaran IPAS di kelas V sekolah dasar. *NUSRA: Jurnal Penelitian dan Ilmu Pendidikan*, 5(4), 1885–1891. <https://doi.org/10.55681/nusra.v5i4.3525>
- Chai, C. S., & Koh, J. H. L. (2017). Changing teachers' TPACK and design beliefs through the Scaffolded TPACK Lesson Design Model (STLDM). *Learning: Research and Practice*, 3(2), 114–129. <https://doi.org/10.1080/23735082.2017.1360506>
- Cordaro, J. A., Murphy, C., & Redman, E. (2025). Bridging STEM education and sustainability: insights from Pennsylvania educators. *Education Sciences*, 15(3), 282. <https://doi.org/10.3390/educsci15030282>
- Hadi, H. K., Wicaksono, V. D., Suryanto, M. H. S, Kautsar, A., & Wijaya, A. (2025). Pelatihan pembelajaran berbasis STEAM bagi guru Labschool UNPATTI. *Abimanyu: Journal of Community Engagement*, 6(1), 64–72. <https://doi.org/10.26740/abi.v6n1.p64-72>
- Jackson, W. M., Binding, M. K., Grindstaff, K., Hariani, M., & Koo, B. W. (2023). Addressing sustainability in the high school biology classroom through socioscientific issues. *Sustainability*, 15(7), 5766. <https://doi.org/10.3390/su15075766>
- Kurniasih, D., Kurniati, T., Baihaqie, A. G., & Oktaviyanti, E. (2024). Empowering educators through STEM and local wisdom-infused learning with lesson study at SMAIT Al-Fityan Kubu Raya. *Community Empowerment*, 9(3), 521–530. <https://doi.org/10.31603/ce.11137>
- Limiansih, K., Sulistyani, N., & Melissa, M. M. (2024). Persepsi guru SMP terhadap literasi sains dan implikasinya pada pembelajaran sains di sekolah. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 14(3), 786–796. <https://doi.org/10.37630/jpm.v14i3.1858>
- Mabsutsah, N., & Yushardi, Y. (2022). Analisis kebutuhan guru terhadap e module berbasis steam dan kurikulum merdeka pada materi pemanasan global. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 12(2), 205–213. <https://doi.org/10.37630/jpm.v12i2.588>
- Maulina, D., Priadi, M. A., Gustina, M., & Rakhmawati, I. (2025). Improving student's critical thinking skills and sustainability awareness using problem based learning model. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 13(1), 178–188. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v13i1.42135>
- Milasari, D., & Nugraheni, N. (2024). Integrasi pendidikan konservasi dan teknologi untuk mewujudkan pendidikan inklusif dan berkualitas dalam pencapaian SDGs. *Jurnal Penelitian Pendidikan Indonesia*, 1(3), 119–125. <https://doi.org/10.62017/jppi.v1i3.988>
- Puspitasari, E. (2025). SDGs-based adaptive curriculum model to improve education quality in the digital age. *Inovasi Kurikulum*, 22(1), 1–12. <https://doi.org/10.17509/jik.v22i1.75791>

- Roehrig, G. H., Dare, E. A., Ellis, J. A., & Ring-Whalen, E. (2021). Beyond the basics: A detailed conceptual framework of integrated STEM. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 3(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s43031-021-00041-y>
- Sanchez, S.-J., Guzman, Y. P., Sosa-Molano, J., Robertson, D., Ahern, S., & Garza, T. (2025). Systematic literature review: A typology of sustainability literacy and environmental literacy. *Frontiers in Education*, 10, 1490791. <https://doi.org/10.3389/feduc.2025.1490791>
- Usman, G. B. T., Ali, M. N., & Ahmad, M. Z. (2023). Effectiveness of STEM problem-based learning on the achievement of biology among secondary school students in Nigeria. *Journal of Turkish Science Education*, 20(3), 453–467. <https://doi.org/10.36681/tused.2023.026>
- Wandari, W., Nursamsu, N., & Wahyuni, A. (2024). Peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa biologi dengan menggunakan model PjBL berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics). *BIODIK*, 10(4), 743–754. <https://doi.org/10.22437/biodik.v10i4.38431>