



Penguatan TPACK-AI guru Biologi melalui pelatihan partisipatif dan pendampingan *In-On-In* di Kabupaten Sleman

Slamet Suyanto^{1*}, Wenny Pinta Litna Tarigan¹, Rahmania Pamungkas¹, Ema Aprilisa¹

¹Departemen Pendidikan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta. Jl. Colombo No.1, Karangmalang, Caturtunggal, Depok, Sleman, Yogyakarta 55281

*Corresponding Author e-mail: slamet_suyanto@uny.ac.id

Received: August 2026; Revised: August 2026; Published: September 2026

Abstrak: Program pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan untuk memperkuat kompetensi *Technological Pedagogical and Content Knowledge* berbantuan artificial intelligence (TPACK-AI) guru Biologi SMA di Kabupaten Sleman. Permasalahan yang ditemukan adalah pemanfaatan AI yang masih dominan untuk menghasilkan materi secara instan, belum terintegrasi secara utuh dengan tujuan pembelajaran, akurasi konten Biologi, asesmen autentik, serta etika penggunaan AI. Kegiatan melibatkan 25 guru dari 23 SMA anggota MGMP Biologi Kabupaten Sleman dan menggunakan Model Latihan Partisipatif melalui identifikasi kebutuhan, sosialisasi dan pelatihan, penerapan workflow TPACK-AI, pendampingan *In-On-In*, evaluasi, refleksi, dan pengimbasan. Instrumen evaluasi program telah divalidasi oleh ahli menggunakan validasi konten dan direvisi sesuai saran serta masukan validator sebelum digunakan. Hasil menunjukkan kepuasan peserta pada seluruh indikator berada pada rentang 81-95%, dengan nilai tertinggi pada komunikasi dan koordinasi tim (95%). Distribusi kategori TPACK-AI juga bergeser ke arah yang lebih baik: kategori tinggi meningkat dari 8 guru (32%) pada *pre-test* menjadi 18 guru (72%) pada *post-test*, sedangkan kategori rendah mengalami penurunan. Program pengabdian ini menunjukkan bahwa pelatihan berbasis praktik, verifikasi keluaran AI, pendampingan berkelanjutan, dan kolaborasi MGMP merupakan strategi yang relevan untuk penguatan TPACK-AI guru Biologi.

Kata Kunci: *artificial intelligence*; guru Biologi; pembelajaran mendalam; pengembangan profesional; TPACK-AI

Strengthening Biology teachers' AI-TPACK through participatory training and *In-On-In* mentoring in Sleman Regency

Abstract: This community engagement program aimed to strengthen senior high school Biology teachers' AI-integrated *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (AI-TPACK) in Sleman Regency, Indonesia. The partner identified several challenges, including AI use that remained focused on instant content generation, limited alignment with learning objectives and Biology content accuracy, insufficient authentic assessment practices, and unclear ethical boundaries. The program involved 25 Biology teachers from 23 schools affiliated with the Sleman Biology Teacher Professional Association (MGMP). A Participatory Training Model was implemented through needs identification, training, AI-TPACK workflow practice, *In-On-In* mentoring, evaluation, reflection, and peer dissemination. The program evaluation instruments underwent expert content validation and were revised according to validators' feedback before use. Participant satisfaction ranged from 81% to 95%, with communication and team coordination receiving the highest rating (95%). Descriptive *pre-test* and *post-test* results also indicated a positive shift in AI-TPACK categories: teachers in the high category increased from 8 (32%) to 18 (72%), while the low category experienced a decline. These findings indicate that practice-oriented training, systematic verification of AI outputs, sustained mentoring, and MGMP-based professional collaboration are relevant strategies for supporting the continuous development of Biology teachers' AI-TPACK.

Keywords: AI-TPACK; artificial intelligence; Biology teachers; professional development; teacher training

How to Cite: Suyanto, S., Tarigan, W. P. L., Pamungkas, R., & Aprilisa, E. (2026). Penguatan TPACK-AI guru Biologi melalui pelatihan partisipatif dan pendampingan *In-On-In* di Kabupaten Sleman. *Lambung Inovasi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 11(3), 1419-1429. <https://doi.org/10.36312/linov.v11i3.6558>



<https://doi.org/10.36312/linov.v11i3.6558>

Copyright© 2026, Suyanto et al
This is an open-access article under the CC-BY-SA License.



PENDAHULUAN

Transformasi digital pendidikan memperluas tuntutan kompetensi guru dari kemampuan menggunakan perangkat menuju kemampuan mengambil keputusan pedagogis berbasis teknologi. Kerangka *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK) menempatkan integrasi teknologi sebagai pertemuan dinamis antara pengetahuan teknologi, pedagogi, dan konten, sehingga teknologi tidak berdiri sendiri sebagai alat yang terpisah dari tujuan belajar (Mishra & Koehler, 2006; Schmidt *et al.*, 2009). Perkembangan *generative artificial intelligence* (AI) membuat tuntutan tersebut semakin kompleks karena AI dapat membantu guru menghasilkan variasi materi, merancang aktivitas, menyusun asesmen, dan menyiapkan umpan balik dalam waktu relatif singkat (Kasneci *et al.*, 2023). Di sisi lain, keluaran AI bersifat probabilistik dan dapat mengandung ketidakakuratan, bias, atau representasi konsep yang kurang tepat. Dalam pembelajaran sains, termasuk Biologi, kondisi ini menuntut verifikasi yang kuat karena kesalahan istilah, mekanisme, atau hubungan sebab-akibat dapat memunculkan miskonsepsi (Almasri, 2024). Celik (2023) menunjukkan bahwa integrasi AI yang bertanggung jawab memerlukan pengetahuan teknologi-pedagogis sekaligus penilaian etis, sedangkan Mishra *et al.* (2023) menegaskan bahwa karakter generatif AI menuntut rekontekstualisasi TPACK. Dengan demikian, kompetensi guru pada era AI perlu dipahami sebagai kemampuan mengorkestrasi fungsi AI, strategi pedagogis, akurasi konten, dan keputusan profesional secara terpadu.

Mitra program adalah MGMP Biologi Kabupaten Sleman dengan sasaran 25 guru dari 23 SMA. Analisis kebutuhan menunjukkan bahwa guru telah mengenal dan menggunakan AI, tetapi penggunaannya masih dominan untuk menghasilkan materi atau teks secara instan dan belum sepenuhnya terintegrasi dengan tujuan pembelajaran, karakter materi Biologi, dan kebutuhan peserta didik. Permasalahan yang diprioritaskan meliputi kemampuan merumuskan *prompt* yang selaras dengan tujuan belajar, keterampilan memverifikasi keluaran AI untuk mencegah bias dan miskonsepsi, penyusunan modul ajar, LKPD/proyek, rubrik, soal HOTS, dan umpan balik autentik, serta pemahaman mengenai privasi data, hak cipta, sitasi, transparansi, dan integritas akademik. Kondisi ini berkaitan langsung dengan SDG-4 tentang pendidikan berkualitas karena kualitas pemanfaatan teknologi ditentukan oleh kapasitas profesional guru, dan dengan SDG-17 karena penguatan kapasitas dilakukan melalui kemitraan universitas, MGMP, dan sekolah. Pengalaman pengabdian pada kelompok guru menunjukkan bahwa pelatihan teknologi dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan ketika disertai praktik dan refleksi, seperti pada pelatihan *e-learning* untuk penguatan *technological knowledge* (Ritonga *et al.*, 2022), desain pembelajaran inovatif-HOTS bagi MGMP Biologi (Elvianasti *et al.*, 2023), dan pengembangan konten digital kreatif bagi guru (Sagirani *et al.*, 2025). Namun, pelatihan AI membutuhkan tambahan perhatian pada verifikasi dan etika yang tidak selalu menjadi fokus pelatihan teknologi sebelumnya.

Kesenjangan utama terletak pada perubahan dari penggunaan AI sebagai alat produksi menuju penggunaan AI sebagai bagian dari *workflow* pedagogis. Tinjauan sistematis tentang AI dalam pengajaran dan pengembangan profesional guru menunjukkan bahwa penelitian lebih banyak membahas penerapan AI dalam pembelajaran dibandingkan kebutuhan pengembangan profesional pendidik, terutama terkait tantangan teknologi dan etika (Tan *et al.*, 2025; Tondeur *et al.*, 2020)). Pada guru sains, pengembangan profesional berbasis kasus dapat meningkatkan literasi AI dan memperluas pertimbangan guru mengenai strategi integrasi AI, tetapi keberhasilan tetap bergantung pada kesempatan untuk

memecahkan masalah autentik dan menghubungkan pengetahuan AI dengan konteks mata pelajaran (Ding *et al.*, 2024). Meta-analisis intervensi TPACK juga menunjukkan bahwa pelatihan sering menonjolkan *technological knowledge*, sementara integrasi TPACK secara eksplisit tidak selalu menjadi fokus (Fabian *et al.*, 2024). Berdasarkan kesenjangan tersebut, program pengabdian kepada masyarakat ini menggunakan Model Latihan Partisipatif dan pendampingan *In-On-In* untuk mengembangkan *workflow* TPACK-AI yang dimulai dari tujuan pembelajaran dan konten Biologi, dilanjutkan dengan pemilihan strategi pedagogis dan fungsi AI, penyusunan *prompt*, verifikasi ilmiah, revisi produk, asesmen, serta refleksi. Kebaruan pendekatan pengabdian terletak pada penempatan *professional judgment* guru sebagai pengendali akhir setiap keluaran AI dan penggunaan MGMP sebagai ruang *peer review* serta pengimbasan praktik baik.

Program bertujuan menguatkan TPACK guru Biologi melalui integrasi AI yang tepat guna dan bertanggung jawab, meningkatkan kemampuan merancang pembelajaran Biologi yang selaras dengan prinsip pembelajaran mendalam, serta memperkuat kompetensi penyusunan asesmen autentik dan umpan balik berbantuan AI. Prinsip pembelajaran mendalam yang *mindful*, *meaningful*, dan *joyful* digunakan untuk memastikan bahwa AI memperkaya pengalaman belajar dan tidak menggantikan aktivitas berpikir siswa (Andyanie *et al.*, 2025). Indikator program mencakup pemahaman fungsi dan keterbatasan AI, *prompting*, desain pembelajaran, penyusunan perangkat dan asesmen, validasi konten Biologi, etika dan keamanan, implementasi, refleksi, serta keberlanjutan melalui MGMP.

Pengukuran dilakukan melalui angket TPACK-AI, observasi, wawancara, dan kepuasan peserta. Secara keilmuan, artikel ini memberikan model praktis untuk menerjemahkan konstruk TPACK-AI menjadi tahapan pengembangan profesional guru Biologi; secara teknologis, program menghasilkan *workflow*, bank *prompt*, draf perangkat, rubrik, soal HOTS, format umpan balik, dan pedoman etika; sedangkan secara sosial, penguatan komunitas MGMP mendukung SDG-17 melalui kolaborasi lintas sekolah. Dengan demikian, kontribusi kegiatan tidak hanya dinilai dari peningkatan kategori kompetensi, tetapi juga dari terbentuknya mekanisme profesional untuk memverifikasi, merevisi, dan mengimbasan penggunaan AI secara bertanggung jawab.

METODE PELAKSANAAN

Desain dan Tahapan Pengabdian

Kegiatan menggunakan Model Latihan Partisipatif (*Participatory Training Model*) yang menempatkan peserta sebagai subjek aktif sejak identifikasi kebutuhan hingga refleksi seperti yang disajikan pada Tabel 1. Pada tahap awal, tim pengabdian berperan menyediakan kerangka TPACK-AI, contoh, demonstrasi, dan *scaffolding*. Selanjutnya, partisipasi guru melalui lokakarya produk, implementasi, *peer review*, dan refleksi. Tahapan kegiatan terdiri atas lima fase yang saling berhubungan. Fase pertama adalah identifikasi kebutuhan dan persiapan melalui koordinasi dengan MGMP, pemetaan kebutuhan, penyiapan materi, serta penyusunan instrumen. Fase kedua adalah sosialisasi dan pelatihan yang mencakup pembelajaran mendalam, TPACK-AI, teknik *prompting*, penyusunan perangkat, asesmen, verifikasi konten, dan etika AI. Fase ketiga adalah penerapan teknologi melalui penggunaan *workflow* TPACK-AI untuk menyusun atau merevisi modul ajar, LKPD/proyek, media, rubrik, bank soal, dan umpan balik. Fase keempat adalah pendampingan *In-On-In*: *In* pertama berisi pelatihan dan lokakarya, *On* berisi penerapan atau penyiapan implementasi di sekolah, dan *In* lanjutan digunakan untuk *peer review*, refleksi,

revisi, dan tindak lanjut. Fase kelima adalah evaluasi dan keberlanjutan melalui pengukuran *pre-post*, observasi, wawancara, penilaian kepuasan, dan pengimbasan melalui MGMP.

Tabel 1. Jadwal Pelaksanaan Pendampingan *In-On-In*

Tahap	Waktu Pelaksanaan	Bentuk Kegiatan	Aktivitas Guru	Luaran
Identifikasi kebutuhan	Tahap persiapan program	Koordinasi MGMP, pemetaan kebutuhan, penyusunan materi dan instrumen TPACK-AI, pembelajaran mendalam, prompting, verifikasi konten, dan etika AI	Menyampaikan kebutuhan penggunaan AI dan pengalaman awal	Peta kebutuhan mitra dan rancangan kegiatan
<i>In-1</i> (Pelatihan awal)	Sesi pelatihan tatap muka	Penerapan workflow TPACK-AI dan pengembangan perangkat	Memahami konsep dan praktik penyusunan perangkat berbantuan AI	Rancangan awal perangkat pembelajaran
<i>On</i> (Implementasi/ pendampingan)	Periode setelah pelatihan awal		Menyusun atau merevisi modul ajar, LKPD, media, dan asesmen	Draf perangkat pembelajaran berbasis TPACK-AI
<i>In-2</i> (Refleksi dan peer review)	Sesi tindak lanjut	Presentasi hasil, diskusi, evaluasi, dan revisi produk	Melakukan refleksi dan berbagi praktik melalui MGMP	Produk yang telah diperbaiki dan contoh praktik baik

Komunitas Sasaran dan Partisipasi Mitra

Mitra utama adalah MGMP Biologi Kabupaten Sleman yang berfungsi sebagai komunitas profesional dan penghubung antara tim pengabdian dengan sekolah. Kegiatan melibatkan 25 guru Biologi yang berasal dari 23 SMA negeri dan swasta di Kabupaten Sleman. Peserta dipilih berdasarkan kesediaan mengikuti rangkaian kegiatan, ketersediaan akses internet dan perangkat pendukung, serta peluang penerapan hasil pelatihan pada kelas atau sekolah masing-masing. Partisipasi mitra dirancang sejak perencanaan agar program menjawab kebutuhan nyata guru. MGMP membantu pemetaan kebutuhan, mobilisasi peserta, koordinasi jadwal, komunikasi dengan sekolah, fasilitasi diskusi, dan penyediaan ruang kolaborasi.

Pada tahap implementasi dan refleksi, MGMP berperan dalam *peer review* perangkat pembelajaran, berbagi pengalaman lintas sekolah, dan pengimbasan praktik baik. Guru peserta bertanggung jawab mengikuti pelatihan, mengembangkan atau merevisi perangkat, melakukan pemeriksaan keluaran AI, mendokumentasikan pengalaman implementasi, mengisi instrumen evaluasi, serta mengikuti refleksi. Tim pengabdian menyiapkan bahan, instrumen, contoh *prompt* dan perangkat, memfasilitasi pelatihan, memberikan umpan balik, serta mengolah hasil evaluasi. Struktur kemitraan ini penting karena pengembangan kompetensi AI tidak cukup melalui pelatihan satu kali; komunitas profesional diperlukan untuk mempertahankan pembelajaran sejawat dan adaptasi terhadap perkembangan teknologi (Syarifah *et al.*, 2025).

IPTEK yang Ditransfer

Iptek yang ditransfer bukan berupa satu aplikasi AI tertentu, melainkan *workflow* profesional TPACK-AI. Alur dimulai dengan penetapan capaian dan tujuan pembelajaran, identifikasi konsep Biologi yang harus akurat, pemilihan strategi pedagogis, penentuan fungsi AI, penyusunan *prompt*, pemeriksaan keluaran, revisi, dan pengesahan melalui keputusan profesional guru. Pada aspek *content knowledge*, peserta dilatih membandingkan keluaran AI dengan buku teks, artikel ilmiah, atau sumber institusi terpercaya untuk mencegah miskonsepsi. Pada aspek *pedagogical knowledge*, AI diarahkan untuk mendukung proyek, inkuiri, diferensiasi, aktivitas berpikir kritis, asesmen autentik, dan refleksi. Pada aspek *technological knowledge*, guru mempelajari pemilihan fungsi AI, teknik *prompting*, keamanan data, hak cipta, transparansi, dan batas penggunaan oleh siswa. Pendekatan tersebut selaras dengan Intelligent-TPACK yang menempatkan penilaian etis sebagai komponen integrasi AI (Celik, 2023, Ning et al., 2024)) dan dengan pengembangan AI-TPACK yang menekankan interaksi pengetahuan AI, pedagogi, konten, dan teknologi (Setiawan et al., 2025). Produk yang ditargetkan meliputi bank *prompt*, modul ajar, LKPD/proyek, media pembelajaran, rubrik, soal HOTS, format umpan balik, dan pedoman etika. Semua keluaran AI diperlakukan sebagai draf yang wajib diverifikasi dan disesuaikan dengan konteks pembelajaran.

Instrumen, Validasi, dan Indikator Keberhasilan

Evaluasi program menggunakan beberapa sumber data untuk memotret proses dan capaian kegiatan. Instrumen utama adalah angket TPACK-AI guru sebanyak 30 butir dengan skala Likert empat tingkat, yang mencakup pemahaman dasar AI, TPACK-AI dalam perencanaan, keterampilan *prompting*, desain pembelajaran mendalam, penyusunan perangkat, asesmen autentik, validasi konten dan miskonsepsi Biologi, etika dan keamanan, implementasi, serta kolaborasi melalui MGMP. Instrumen lain berupa lembar observasi pelatihan dan implementasi, pedoman wawancara, serta angket kepuasan peserta. Sebelum digunakan, instrumen kegiatan divalidasi oleh ahli melalui validasi konten. Validator menelaah relevansi butir terhadap aspek dan indikator, keterwakilan substansi program, kejelasan rumusan, dan kesesuaian dengan konteks guru Biologi. Tim pengabdian melakukan revisi sesuai saran dari validator dan telah menindaklanjuti saran serta masukan validator sebelum instrumen digunakan. Indikator keberhasilan program mencakup kepuasan peserta, pergeseran profil kategori TPACK-AI, kemampuan peserta dalam menggunakan perangkat teknologi berbasis AI dengan bijaksana.

Teknik Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif sesuai jenis dan tujuan evaluasi. Data kepuasan peserta dikonversi menjadi persentase untuk setiap indikator, sehingga dapat diidentifikasi aspek dengan penilaian tertinggi dan aspek yang masih memerlukan penguatan. Data TPACK-AI *pre-test* dan *post-test* dianalisis melalui distribusi jumlah dan persentase peserta pada kategori rendah, sedang, dan tinggi. Perubahan distribusi digunakan untuk melihat kecenderungan pergeseran profil kompetensi setelah rangkaian pelatihan. Interpretasi hasil data *pre-post test* dalam artikel ini dibatasi pada deskripsi perubahan kategori. Data observasi, wawancara, dan refleksi digunakan sebagai informasi pendukung untuk memaknai pola yang muncul pada hasil kuantitatif dan mengidentifikasi kebutuhan tindak lanjut. Peningkatan kompetensi teknologi guru didasarkan pada kualitas integrasi pedagogis dan konteks implementasi, bukan hanya berdasarkan penggunaan perangkat teknologi berbasis AI (Fabian et al., 2024).

HASIL DAN DISKUSI

Kesesuaian Program dengan Kebutuhan Mitra dan Kepuasan Peserta

Hasil evaluasi kepuasan menunjukkan bahwa seluruh indikator memperoleh penilaian tinggi dengan rentang 81-95%. Indikator komunikasi dan koordinasi tim memperoleh nilai sebesar 95%, diikuti kesesuaian keahlian tim pengabdian dengan kegiatan sebesar 93%. Kesesuaian kegiatan dengan kebutuhan mitra, motivasi untuk berkembang, sikap tim pengabdian, dan kebermanfaatan hasil pengabdian masing-masing berada pada kisaran 89-90%. Kerja sama pengabdian dengan masyarakat memperoleh 88%, aspek pemberdayaan 84%, dan kesesuaian waktu 83%. Persentase indikator kemampuan mendorong kemandirian atau swadaya peserta sebesar 81%, hal ini menunjukkan respon peserta dengan penilaian positif. Hasil tersebut menunjukkan bahwa program pengabdian yang dilakukan relevan dan dikelola dengan komunikasi yang baik dan keberlanjutan diarahkan pada peningkatan kemandirian guru. Temuan ini penting karena tujuan akhir pengembangan profesional bukan membuat guru bergantung pada narasumber/tutor, melainkan membangun kapasitas untuk menilai alat AI, memeriksa keluaran, dan mengembangkan perangkat secara mandiri. Tabel 2 merangkum penilaian peserta terhadap sepuluh indikator kepuasan.

Tabel 2. Kepuasan peserta terhadap pelaksanaan program PPM

No.	Indikator kepuasan	Persentase
1	Kesesuaian kegiatan dengan kebutuhan mitra	89%
2	Kerja sama pengabdian dengan masyarakat/mitra	88%
3	Munculnya aspek pemberdayaan	84%
4	Peningkatan motivasi untuk berkembang	90%
5	Sikap/perilaku tim pengabdian	90%
6	Komunikasi/koordinasi tim dengan penanggung jawab	95%
7	Kesesuaian waktu pelaksanaan	83%
8	Kesesuaian keahlian pengabdian dengan kegiatan	93%
9	Kemampuan mendorong kemandirian/swadaya	81%
10	Kebermanfaatan hasil pengabdian	90%

Tingginya kepuasan pada komunikasi dan keahlian fasilitator memperkuat argumentasi bahwa pengembangan profesional guru membutuhkan dukungan yang responsif terhadap konteks peserta. Pelatihan AI yang hanya bersifat demonstratif berisiko berhenti pada pengenalan fitur, sedangkan pelatihan berbasis kasus dan praktik dapat mendorong guru mengonstruksi strategi integrasi yang lebih kontekstual (Ding *et al.*, 2024).

Hasil pengabdian ini juga konsisten dengan Purnama *et al.* (2025), yang menunjukkan bahwa pelatihan pemanfaatan AI berbasis praktik mendukung literasi teknologi guru sekolah menengah, serta Sagirani *et al.* (2025), yang menekankan pentingnya pendampingan dalam meningkatkan kemampuan guru mengembangkan konten digital. Indikator kemandirian menunjukkan bahwa perlunya kegiatan lanjutan seperti penguatan komunitas belajar, dan *peer review* agar guru secara bertahap dapat menerapkan hasil pelatihan dengan konsisten. Penguatan komunitas belajar ini relevan dengan pengabdian Syarifah *et al.* (2025), yang menunjukkan bahwa integrasi AI dengan *lesson study* membangun budaya kolaborasi guru.

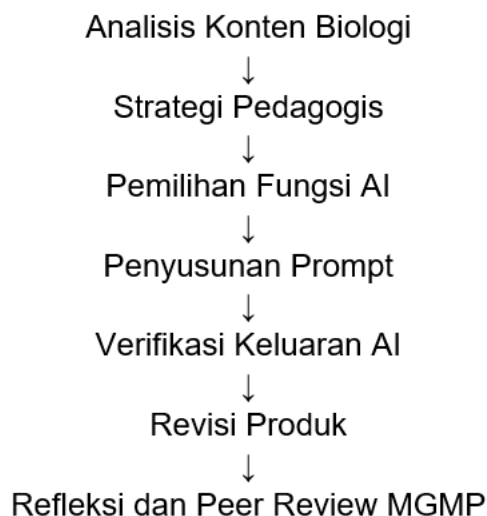
Kemampuan TPACK-AI Guru Setelah Pelatihan

Distribusi kategori TPACK-AI menunjukkan pergeseran profil peserta ke arah yang lebih tinggi setelah kegiatan. Pada hasil *pre-test*, lima guru (20%) berada pada kategori rendah, 12 guru (48%) pada kategori sedang, dan delapan guru (32%) pada kategori tinggi. Hasil *post-test* menunjukkan bahwa seluruh guru telah mencapai kategori sedang dan tinggi, dengan tujuh guru (28%) berada pada kategori sedang dan 18 guru (72%) pada kategori tinggi. Jika dibandingkan dengan hasil *pre-test*, jumlah guru pada kategori tinggi bertambah sebanyak 10 orang, sedangkan kategori rendah yang semula mencakup lima guru tidak lagi ditemukan pada *post-test*. Perubahan ini menunjukkan kecenderungan peningkatan yang positif pada kemampuan guru dalam mengintegrasikan AI dalam perencanaan pembelajaran, pedagogi, konten Biologi, asesmen, verifikasi, dan etika. Tabel 3 menyajikan distribusi kategori TPACK-AI pada kedua waktu pengukuran (*pre-post test*).

Tabel 3. Distribusi kategori TPACK-AI guru pada *pre-test* dan *post-test*

Kategori	<i>Pre-test</i> (%)	<i>Post-test</i> (%)
Rendah	5 (20%)	0 (0%)
Sedang	12 (48%)	7 (28%)
Tinggi	8 (32%)	18 (72%)
Total	25 (100%)	25 (100%)

Pergeseran kategori tersebut sesuai dengan kecenderungan yang dilaporkan dalam pengembangan profesional AI dan TPACK. Ding *et al.* (2024) menemukan bahwa program pengembangan profesional berbasis kasus meningkatkan literasi AI guru sains, khususnya pemahaman tentang AI, meskipun kemampuan menerapkan pengetahuan baru tetap memerlukan konteks dan latihan yang memadai. Pada ranah TPACK, Fabian *et al.* (2024) menunjukkan bahwa intervensi perlu menargetkan integrasi pengetahuan, bukan hanya *technological knowledge*. Program ini berupaya menjawab kebutuhan tersebut dengan menggabungkan *prompting*, desain pembelajaran mendalam, penyusunan perangkat, asesmen, verifikasi konten, dan etika dalam satu alur.



Gambar 1. Workflow TPACK-AI sebagai kerangka kerja ghauru dalam memanfaatkan AI

Pengabdian Syarifah *et al.* (2025) juga menunjukkan peningkatan kompetensi guru ketika TPACK, AI, dan kolaborasi diintegrasikan melalui kegiatan praktik dan refleksi. Perbedaan program ini terletak pada konteks Biologi dan penekanan pada

verifikasi miskonsepsi serta *professional judgment*. Dengan demikian, peningkatan kategori tinggi dari 32% menjadi 72% tidak hanya relevan sebagai perubahan skor persepsi, tetapi juga sebagai indikator awal bahwa guru mulai memandang AI sebagai bagian dari keputusan pedagogis. Penelitian atau evaluasi berikutnya perlu menguji apakah perubahan tersebut bertahan dan tampak pada kualitas perangkat serta praktik kelas. Workflow TPACK-AI sebagai praktik baik pengembangan profesional guru Biologi disajikan pada Gambar 1.

Capaian substantif lain adalah tersusunnya dan digunakannya *workflow* TPACK-AI sebagai kerangka kerja profesional. Dalam alur ini, guru tidak memulai proses dari pertanyaan 'aplikasi AI apa yang digunakan', tetapi dari tujuan pembelajaran, konsep Biologi yang harus dikuasai, karakter siswa, dan strategi pedagogis. Setelah fungsi AI dipilih, guru menyusun *prompt*, menelaah hasil, membandingkan informasi dengan sumber tepercaya, merevisi keluaran, dan memastikan bahwa produk akhir selaras dengan capaian pembelajaran. Prinsip tersebut menempatkan AI sebagai alat bantu keputusan dan bukan pengganti keputusan guru. Pada aspek asesmen, AI dapat membantu menghasilkan draf soal, rubrik, atau umpan balik, tetapi guru tetap memeriksa kesesuaian level kognitif, ketepatan kunci, relevansi kriteria, dan bukti belajar. Pada aspek pembelajaran mendalam, AI diarahkan untuk mendukung kasus kontekstual, proyek, inkuiri, perbandingan informasi, dan refleksi sehingga siswa tetap melakukan aktivitas berpikir. Pendekatan ini relevan dengan karakter pembelajaran *mindful*, *meaningful*, dan *joyful* yang menekankan kesadaran, kebermaknaan, dan keterlibatan peserta didik (Andayanie et al., 2025).

Secara teoretis, *workflow* tersebut konsisten dengan Intelligent-TPACK yang menekankan keterkaitan pengetahuan teknologi-pedagogis dan pertimbangan etis (Celik, 2023), serta AI-TPACK yang menempatkan kompetensi AI dalam interaksi dengan konten dan pedagogi (Setiyawan et al., 2025). Pada pendidikan sains, Almasri (2024) menunjukkan bahwa AI dapat mendukung personalisasi, asesmen, dan interaktivitas, tetapi kualitas integrasi tetap bergantung pada desain pedagogis serta reliabilitas konten. Karena itu, verifikasi menjadi ciri penting praktik baik pada program ini.

Guru diarahkan memeriksa terminologi, proses, mekanisme, hubungan sebab-akibat, dan data Biologi sebelum menggunakan keluaran AI. Bahkan, ketidakakuratan AI dapat diubah menjadi aktivitas pembelajaran ketika siswa diminta menilai klaim, mencari bukti, dan memperbaiki jawaban. Sejalan dengan temuan Yang dan Ogata (2023) bahwa intervensi berbasis analitik dapat mendukung capaian dan keterlibatan belajar apabila diterjemahkan menjadi dukungan yang relevan. Dengan demikian, praktik baik program tidak terletak pada penggunaan aplikasi tertentu, tetapi pada prosedur profesional yang dapat dipindahkan ke berbagai alat AI dan konteks materi Biologi.

Keberlanjutan Melalui MGMP, Kontribusi SDGS, dan Kendala Program

MGMP menjadi komponen penting dalam keberlanjutan karena perubahan teknologi AI berlangsung cepat dan tidak dapat direspons melalui pelatihan satu kali. Program menempatkan MGMP sebagai ruang untuk klinik perangkat, evaluasi *prompt*, *peer review*, berbagi pengalaman implementasi, dan pengimbasan lintas sekolah. Pola ini memperkuat SDG-17 melalui kemitraan antara perguruan tinggi, organisasi profesi guru, dan sekolah, sekaligus mendukung SDG-4 melalui peningkatan kapasitas pendidik. Kegiatan pengabdian sebelumnya menunjukkan bahwa komunitas guru dapat menjadi ruang efektif untuk mengembangkan

kompetensi teknologi dan pedagogi, termasuk melalui pelatihan HOTS pada MGMP Biologi (Elvianasti *et al.*, 2023) dan integrasi AI dengan *lesson study* (Syarifah *et al.*, 2025). Dari perspektif pengembangan profesional, temuan Tan *et al.* (2025) bahwa kebutuhan guru terkait AI masih kurang mendapat perhatian memperkuat pentingnya komunitas belajar berkelanjutan. Oleh karena itu, keberhasilan program tidak hanya dinilai melalui kepuasan dan perubahan kategori pre-post, tetapi juga melalui kemungkinan guru melanjutkan pengembangan perangkat, melakukan evaluasi bersama, dan menyebarkan praktik yang telah diverifikasi kepada rekan sejawat.

Heterogenitas pengalaman guru menggunakan AI, akses akun, perangkat, dan konektivitas dapat memengaruhi kecepatan peserta dalam mengikuti latihan sehingga diperlukan pendampingan menurut tingkat kesiapan guru seperti peserta pemula memerlukan dukungan dasar mengenai AI dan verifikasi, sedangkan peserta yang lebih siap dapat diarahkan pada analisis data belajar, asesmen, coaching sejawat, dan pengembangan praktik baik.

KESIMPULAN

Program pengabdian ini menunjukkan bahwa penguatan TPACK-AI guru Biologi dapat dirancang sebagai proses pengembangan profesional yang mengintegrasikan kemampuan teknologi, pedagogi, konten, verifikasi ilmiah, dan etika penggunaan AI. Model Latihan Partisipatif dan pendampingan *In-On-In* memungkinkan guru tidak hanya menerima materi, tetapi mempraktikkan *workflow* TPACK-AI untuk mengembangkan perangkat pembelajaran, menelaah keluaran AI, dan merefleksikan penggunaannya. Instrumen evaluasi telah melalui validasi konten oleh ahli dan direvisi sesuai saran serta masukan validator. Kepuasan peserta berada pada rentang 81-95%, dengan komunikasi dan koordinasi sebagai indikator tertinggi. Secara deskriptif, distribusi kategori TPACK-AI bergeser ke arah yang lebih baik, ditandai peningkatan kategori tinggi dari 8 guru (32%) menjadi 18 guru (72%) dan penurunan kategori rendah. Capaian tersebut menunjukkan relevansi pelatihan berbasis praktik terhadap penguatan TPACK-AI guru Biologi.

REKOMENDASI

Pendampingan perlu disesuaikan dengan tingkat kesiapan peserta dengan fokus lanjutan kegiatan pelatihan seperti pelatihan penyusunan asesmen autentik, *learning analytics* sederhana, dan desain tugas inovatif yang terintegrasi dengan pemanfaatan AI. Hambatan berupa variasi akses, perubahan fitur aplikasi, dan keterbatasan waktu implementasi perlu diantisipasi melalui materi yang tidak bergantung pada satu platform. Program berikutnya juga dapat memperluas pengimbasan ke kabupaten lain untuk menguji keterterapan model pada konteks sekolah yang berbeda.

ACKNOWLEDGMENT

Tim pengabdian menyampaikan terima kasih kepada Universitas Negeri Yogyakarta melalui Program Pengabdian kepada Masyarakat Tahun 2026 atas dukungan terhadap pelaksanaan program. Terima kasih juga disampaikan kepada MGMP Biologi Kabupaten Sleman sebagai mitra utama, pengurus MGMP, seluruh guru peserta, dan sekolah yang telah memfasilitasi rangkaian kegiatan, refleksi, serta pengimbasan praktik baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Almasri, F. (2024). Exploring the impact of artificial intelligence in teaching and learning of science: A systematic review of empirical research. *Research in Science Education*, 54, 977-997. <https://doi.org/10.1007/s11165-024-10176-3>
- Andayanie, L. M., Adhantoro, M. S., Purnomo, E., & Kurniaji, G. T. (2025). Implementation of deep learning in education: Towards mindful, meaningful, and joyful learning experiences. *Journal of Deep Learning*, 1(1), 47-56. <https://doi.org/10.23917/jdl.v1i1.11157>
- Celik, I. (2023). Towards Intelligent-TPACK: An empirical study on teachers' professional knowledge to ethically integrate artificial intelligence (AI)-based tools into education. *Computers in Human Behavior*, 138, 107468. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107468>
- Ding, A.-C. E., Shi, L., Yang, H., & Choi, I. (2024). Enhancing teacher AI literacy and integration through different types of cases in teacher professional development. *Computers and Education Open*, 6, 100178. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2024.100178>
- Elvianasti, M., Irdalisa, Yarza, H. N., Ritonga, R. F., & Rikizaputra. (2023). Pelatihan mendesain model pembelajaran inovatif dan terintegrasi HOTS bagi MGMP Biologi. *Surya Abdimas*, 7(4), 625-632. <https://doi.org/10.37729/abdimas.v7i4.3163>
- Fabian, A., Backfisch, I., Kirchner, K., & Lachner, A. (2024). A systematic review and meta-analysis on TPACK-based interventions from a perspective of knowledge integration. *Computers and Education Open*, 7, 100200. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2024.100200>
- Kasneci, E., Seßler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., et al. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2023.102274>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Mishra, P., Warr, M., & Islam, R. (2023). TPACK in the age of ChatGPT and Generative AI. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 39(4), 235-251. <https://doi.org/10.1080/21532974.2023.2247480>
- Ning, Y., Zhang, C., Xu, B., Zhou, Y., & Wijaya, T. T. (2024). Teachers' AI-TPACK: Exploring the relationship between knowledge elements. *Sustainability*, 16(3), 978. <https://doi.org/10.3390/su16030978>
- Purnama, M. R., Santosa, M. H., Hunaepi, Kurniawan, E., & Dewi, N. P. S. R. (2025). Pelatihan penerapan AI ChatGPT dalam pembelajaran mendalam bagi guru sekolah menengah. *Sasambo: Jurnal Abdimas*, 7(3). <https://doi.org/10.36312/sasambo.v7i3.3202>
- Ritonga, R. F., Elvianasti, M., Sinduningrum, E., Irdalisa, & Naswardi. (2022). Pelatihan penggunaan aplikasi e-learning untuk meningkatkan technological knowledge (TK) guru SMAN 02 Tambun Utara. *Surya Abdimas*, 6(2), 200-208. <https://doi.org/10.37729/abdimas.v6i1.1353>
- Sagirani, T., Hariadi, B., Sunarto, M. D., Lemantara, J., & Amelia, T. (2025). Peningkatan kompetensi guru dalam menyusun konten digital kreatif untuk Learning Management System (LMS). *Lumbung Inovasi: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 10(1), 25-35. <https://doi.org/10.36312/linov.v10i1.2184>

- Schmidt, D. A., Baran, E., Thompson, A. D., Mishra, P., Koehler, M. J., & Shin, T. S. (2009). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): The development and validation of an assessment instrument for preservice teachers. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(2), 123-149. <https://doi.org/10.1080/15391523.2009.10782544>
- Setiawan, A., Soeharto, S., Wijaya, T. T., Korenova, L., & Lavicza, Z. (2025). Measuring teachers' competencies for AI integration: Development and validation of the AI-TPACK in vocational education. *Computers and Education Open*, 9, 100319. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2025.100319>
- Syarifah, E. F., Fakhruddin, A., Nurhidayat, E., Arifin, N. A., Zahara, N. O., & Riastriani, M. R. (2025). Penguatan TPACK guru melalui lesson study dan pemanfaatan AI. *Indonesian Journal of Community Services*, 7(2), 173-180. <https://doi.org/10.30659/ijocs.7.2.173-180>
- Tan, X., Cheng, G., & Ling, M. H. (2025). Artificial intelligence in teaching and teacher professional development: A systematic review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 8, 100355. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2024.100355>
- Tondeur, J., Scherer, R., Siddiq, F., & Baran, E. (2020). Enhancing pre-service teachers' technological pedagogical content knowledge (TPACK): A mixed-method study. *Educational Technology Research and Development*, 68, 319-343. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09692-1>
- Yang, C. C. Y., & Ogata, H. (2023). Personalized learning analytics intervention approach for enhancing student learning achievement and behavioral engagement in blended learning. *Education and Information Technologies*, 28, 2509-2528. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11291-2>