J. Pengabdian Isola 2 (2) (2023)
Jurnal Pengabdian Isola
http://ejournal.upi.edu/jpi

Workshop on Strengthening TPACK in ESD-Based Science Learning in Implementing the Merdeka Curriculum

[Workshop Penguatan TPACK pada Pembelajaran IPA Berbasis ESD dalam Implementasi Kurikulum Merdeka]

Dandan Luhur Saraswati[1,2], Riandi[1], Asep Kadarohman[1], Andi Suhandi[1], Achmad Samsudin[1], Rahmi Zulva[1,3]*, Any Fitriani[1], Taj Rosyidah[1,4], Rizki Maulana Ashidiq[1], Asep Supriatna[1]

[1] *Program Studi Pendidikan IPA, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung (40154), Indonesia*
[2] *Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indraprasta PGRI Jl. Raya Tengah No. 80 Jakarta (13760), Indonesia*
[3] *Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas PGRI Sumatera Barat, Jl. Gunung Pangilun, Padang (25111), Indonesia*
[4] *Sekolah Menengah Pertama Negeri 4 Cileungsi, Jl. Raya Cileungsi Jonggol Km. 8 Kab. Bogor, (16820), Indonesia*

A B S T R A K

Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (ESD) memberdayakan individu untuk menciptakan masa depan berkelanjutan, sementara pemerintah membutuhkan kebijakan dan pengetahuan guru dalam mengintegrasikan ESD dalam pendidikan, termasuk teknologi dengan kerangka kerja TPACK untuk efisiensi pembelajaran. Tantangan utama bagi guru adalah mengintegrasikan teknologi ke dalam pembelajaran dengan memastikan kesesuaian antara teknologi sebagai bahan ajar, pedagogi konten, tujuan pembelajaran, dan karakter materi pelajaran, serta perlu mengembangkan kemampuan ini secara berkelanjutan untuk memastikan kesuksesan dalam pencapaian tujuan pendidikan. Sehingga workshop penguatan TPACK pada pembelajaran IPA berbasis ESD dalam implementasi Kurikulum Merdeka sebagai salah satu bentuk jawaban atas permasalahan diatas bertujuan untuk melatih kemampuan TPACK guru dalam proses mengajar melalui workshop secara *online* dengan berbantuan *zoom meetings* dan secara *offline*. Metode yang digunakan melibatkan workshop terstruktur dengan berbagai metode, seperti ceramah, demonstrasi, tanya jawab, dan latihan untuk menghasilkan karya tulis *best practise* guru dalam menggunakan teknologi pada pembelajaran. Hasil workshop ini mempunyai implikasi yang menarik untuk meningkatkan pemahaman guru IPA tentang penggunaan inovasi dalam pembelajaran.

INFO ARTIKEL

Diterima:
Direvisi:
Disetujui:
Terpublikasi *online*:

Kata Kunci:
TPACK
ESD
Pembelajaran IPA
Kurikulum Merdeka

A B S T R A C T S

Education for Sustainable Development (ESD) empowers individuals to create a sustainable future, while the government needs policies and teachers' knowledge in integrating ESD in education, including technology with TPACK framework for learning efficiency. The main challenge for

Keywords:
TPACK
ESD
Science Learning
Merdeka Curriculum

teachers is to integrate technology into learning by ensuring the suitability of technology as teaching material, content pedagogy, learning objectives, and subject matter character, and need to develop this ability on an ongoing basis to ensure success in achieving educational goals. So that the TPACK strengthening workshop on ESD-based science learning in implementing the Merdeka Curriculum as a form of answer to the above problems aims to train teachers' TPACK abilities in the teaching process through online workshops with the help of zoom meetings and offline. The method used involves structured workshops with various methods, such as lectures, demonstrations, questions and answers, and exercises to produce teacher best practice papers in using technology in learning. The results of this workshop have interesting implications for improving science teachers' understanding of the use of innovation in learning.

Alamat korespondensi:
Departemen Pendidikan Kimia, FPMIPA, UPI
Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung (40154)
E-mail: rahmi.zulva@upi.edu

p-ISSN 2830-490X
e-ISSN 2830-7178

Pendahuluan

Kurikulum Merdeka adalah pendekatan pembelajaran yang menitikberatkan pada keragaman dalam pembelajaran (Irawati dkk, 2022; Halimah dkk, 2023). Ini memberikan siswa lebih banyak waktu untuk memperkuat pengetahuan mereka dan memahami konsep. Guru dapat memilih sumber belajar sehingga pembelajaran sesuai dengan kebutuhan siswa (Mulyadi dkk, 2020). Ini memungkinkan guru menciptakan pengalaman pembelajaran yang berkualitas, dengan fokus pada materi inti, karakter, dan kompetensi, dengan menekankan pembelajaran berbasis proyek, literasi, dan numerasi. Ini juga memberi guru fleksibilitas untuk menyesuaikan pembelajaran dengan kemampuan siswa dan kebutuhan lokal (Hatttarina, 2022). Pendidikan untuk Pembangunan Berkelanjutan (ESD) adalah konsep yang menggabungkan elemen pendidikan dengan upaya pembangunan berkelanjutan (Tjahyadi dkk, 2019; Susilawati dkk, 2019; Fadil dkk, 2023). ESD berusaha meningkatkan kualitas hidup manusia dan memperbaiki kehidupan mereka dengan mendasarkan pendidikan pada prinsip-prinsip berkelanjutan. ESD adalah paradigma baru dalam pendidikan yang bertujuan untuk menghasilkan siswa yang memiliki kemampuan dan kapasitas untuk menciptakan masa depan yang berkelanjutan (Mery dkk, 2022). Akibatnya, sangat penting untuk memasukkan nilai-nilai ESD ke dalam proses pengajaran dan pembelajaran. Ini dilakukan agar siswa dapat menghadapi tantangan, menghormati keanekaragaman budaya, dan berkontribusi pada pembangunan dunia yang lebih berkelanjutan (Shah dkk, 2020).

Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No 63 Tahun 2009 menekankan bahwa untuk membangun masyarakat yang berkelanjutan, sekolah harus menerapkan paradigma pendidikan untuk ESD. ESD menekankan penerapan nilai-nilai berkelanjutan dalam pendidikan, mulai dari usia dini, sehingga siswa memahami konsep berkelanjutan dan dapat berpartisipasi dalam pelestarian lingkungan, budaya, dan sosial (Tjahyadi dkk, 2019). Nilai-nilai ESD dapat diterapkan dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), yang mendorong kerja sama antardisipliner untuk memecahkan masalah rumit dalam kehidupan sehari-hari (Primasti, 2021). Tiga dimensi utama terdiri dari ESD: ekonomi, sosial-budaya, dan lingkungan (Lestari dkk, 2022; Lohmann dkk, 2021). Dimensi sosial-budaya menekankan penghargaan terhadap keragaman budaya dan pemahaman budaya, dimensi lingkungan mengacu pada penggunaan sumber daya alam secara bijaksana, dan dimensi ekonomi bertujuan untuk mengurangi kemiskinan dan mencapai stabilitas ekonomi.

Dalam pembelajaran IPA, pendekatan ESD bertujuan untuk meningkatkan kemampuan siswa untuk berpikir kreatif dan meningkatkan kesadaran mereka terhadap masalah berkelanjutan (Vilmala dkk, 2022). Kreatifitas adalah bagian penting dari manajemen lingkungan hidup (Ritter, 2020). Teknologi digital, seperti komputer dan ponsel pintar, telah berkembang pesat dalam era ke-21 dan menjadi relevan dalam pendidikan untuk meningkatkan kualitas pembelajaran dan mempersiapkan siswa untuk masa depan yang dinamis. Teknologi ini membuat kelas lebih menarik, mendorong pemikiran kritis, dan mendorong kerja sama (Agustian dkk, 2023). Menurut Torun (2020), guru dapat memanfaatkan teknologi digital untuk

menerapkan pendekatan berpusat pada siswa dan mendorong siswa untuk belajar sendiri. Selain itu dengan teknologi dapat menumbuhkan kemampuan belajar secara mandiri dan kolaboratif (Ryan and Cowie, 2009). Teknologi yang memiliki karakteristik praktis untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran, sehingga guru perlu memiliki pengetahuan tentang ICT dan menggunakannya dalam praktik pembelajaran. Contohnya menyediakan konten pembelajaran, media dalam proses pembelajaran, alat evaluasi dan refleksi atasproses dan hasil pembelajaran yang dilakukan. Istilah yang digunakan untuk menggambarkan kemampuan pengetahuan guru untuk mengintegrasikan teknologi ke dalam proses pendidikan disebut *(Technology Pedagogical Content Knowledge)* (TPACK) (Suyamto dkk, 2020; Sintawati & Indriani, 2019). TPACK berfungsi sebagai kerangka kerja dinamis yang mendefinisikan pengetahuan yang diandalkan guru ketika mereka merancang dan menerapkan kurikulum (Wardani, 2022; Nasar & Daud, 2020) dan metode pengajaran, sambil membimbing siswa untuk berpikir dan belajar dengan bantuan teknologi dalam berbagai konteks (Rahayu, 2017). Tantangan pendidikan saat ini yang dihadapi oleh guru berpusat di sekitar kompleksitas kita secara efektif

Dalam pembelajaran IPA, fisika, kimia dan biologi, penggunaan teknologi digital dianggap meningkatkan pemahaman untuk siswa dan relevansi materi (Fajriani dkk, 2019; Audria dkk, 2021; Rasmitadila skk, 2020). Visualisasi yang efektif dihasilkan oleh teknologi digital yang membantu siswa menjadi lebih familiar dengan teknologi modern. Hal ini penting bagi pendidikan dalam menghadapi perubahan konstan di masa depan (Sinaga, 2023). Teknologi digital membuat belajar mengasyikkan, mendorong pemikiran kritis, dan bekerja sama dengan kolaborasi. Menurut Torun (2020), guru dapat memaksimalkan teknologi digital untuk menerapkan pendekatan berpusat pada siswa untuk menjadi lebih mandiri dalam pembelajaran. Dalam konteks implementasi Kurikulum Merdeka, penguatan TPACK dalam pembelajaran IPA berbasis ESD menjadi esensial. Oleh karena itu, kegiatan pengabdian kepada masyarakat kali ini adalah Workshop Penguatan TPACK dalam Pembelajaran IPA Berbasis ESD dalam Implementasi Kurikulum Merdeka.

Metode

Untuk mencapai tujuan kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PkM), metode yang digunakan melibatkan workshop terstruktur dengan berbagai metode, seperti ceramah, demonstrasi, tanya jawab, dan latihan untuk menghasilkan karya tulis *best practise* guru dalam menggunakan teknologi pada pembelajaran. Kegiatan dilakukan secara daring melalui Zoom Meeting pada tanggal 12 dan 26 Agustus 2023, dan kegiatan secara luring dilaksanakan di salah satu SMP Cirebon pada tanggal 9 September 2023 dengan peserta utama yaitu guru IPA, termasuk biologi, fisika, dan kimia, dari berbagai wilayah di Indonesia. Kegiatan PkM ini terdiri tiga tahap, melibatkan persiapan awal seperti pendataan kelompok bidang ilmu, koordinasi, penyusunan materi, serta pembuatan alat evaluasi berupa kuesioner melalui Google Form. Tahap kedua adalah pelaksanaan workshop dan penyebaran kuesioner, sementara tahap ketiga mencakup presentasi hasil workshop, evaluasi, dan penyusunan laporan. Kegiatan diikuti oleh 127 guru dari berbagai daerah di Indonesia untuk kegiatan daring dan 14 guru peserta aktif yang mengikuti sampai dengan kegiatan luring, dengan penilaian pemahaman mereka diukur melalui produk yang dihasilkan serta kuesioner sebelum dan sesudah workshop.

Hasil Dan Pembahasan

Dalam dunia pendidikan, khususnya dalam konteks pendidikan formal, cara pandang guru memegang peranan sentral dalam membimbing pembelajaran dan mentransmisikan ilmu pengetahuan kepada siswa. Anjuran dan strategi pembelajaran digunakan untuk menciptakan respon yang konsisten dengan tujuan awal pendidikan. Kemajuan pesat dalam teknologi dan informasi dalam masyarakat kontemporer telah membawa perubahan transformasional dalam lanskap pendidikan, yang berdampak tidak hanya pada sekolah menengah tetapi juga institusi pendidikan tinggi (Dasmo dkk, 2020). Kemajuan di bidang pendidikan khususnya dalam bidang ilmu pengetahuan dan teknologi telah memberikan pengaruh yang signifikan terhadap dinamika pendidikan di lembaga Pendidikan (Saraswati dkk, 2019). Berdasarkan hal tersebut sangat penting adanya penguatan pengetahuan TPACK guru agar dapat menghasilkan pembelajaran bermakna pada umumnya dan IPA, fisika, kima dan biologi khususnya.

Tahap persiapan mencakup analisis dan penyusunan materi yang akan disampaikan dalam workshop daring melalui Zoom meetings. Selain itu, dilakukan juga pendataan terhadap para guru IPA yang telah mendaftar yang berasal dari seluruh Indonesia dan juga yang tergabung dalam MGMP Cirebon untuk merencanakan agenda pelaksanaan workshop. Pada tahap pelaksanaan, sebelum materi diberikan, peserta terlebih dahulu diminta mengisi survei yang bertujuan untuk menilai pemahaman dan pengalamannya

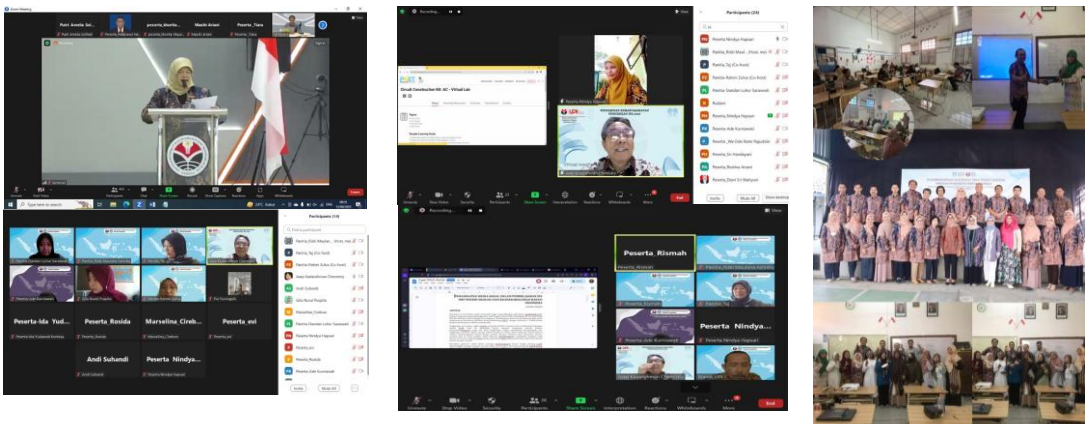
dalam penggunaan teknologi dalam pembelajaran IPA, serta mengidentifikasi potensi hambatan yang mungkin timbul dalam upaya mengintegrasikan teknologi ke dalam pembelajaran IPA. Kemudian pada tahap ketiga, masing-masing peserta akan mempresentasikan produk karya tulis *best practise* yang berkaitan dengan bidang keilmuannya, yang mencakup enam kelompok berbeda. Hal ini bertujuan untuk memfasilitasi diskusi guru dalam bidang ilmu yang sama, sementara pengerjaan tugas karya tulis dilakukan secara individu. Pada tahap akhir yaitu proses evaluasi dan penyusunan laporan mencakup kegiatan pengolahan dan analisis data yang kemudian dimanfaatkan untuk merancang laporan dan publikasi. Data yang telah dianalisis akan dijabarkan secara rinci seperti berikut ini.

1. Pelaksanaan Kegiatan PkM TPACK dalam Pembelajaran IPA

Adapun deskripsi pelaksanaan workshop dilakukan bersama dengan tim yaitu pemaparan materi, diskusi dan wokshop. Pelaksanaan kegiatan PkM ini dilaksanakan secara daring dan luring. Untuk kegiatan dari rincian kegiatan dapat dilihat pada tabel 1 dan dokumentasi kegiatan pada gambar 1.

Tabel 1. Rincian kegiatan PkM

Hari Ke-	Materi	Penanggung Jawab
1	Penyampaian materi:	
	a) Kebijakan dan Implementasi Kurikulum Merdeka dalam mendukung SDGs	Prof. Dr. Phil. Ari Widodo, M.Ed.
	b) Pengembangan Praktikum IPA Berbasis STEM dalam Implementasi Kurikulum Merdeka	Dr. Eka Cahya Prima, M.T
	a) TPACK pada pembelajaran IPA berbasis ESD	Prof. Dr. Riandi, M.Si
	b) Teknologi pada pembelajaran IPA bermuatan ESD	Prof. Dr. Andi Suhandi, M.Si
	c) Pembagian kelompok dan pengarahan tugas	Dr. Achmad Samsudin, M.Pd
2	Workshop	
	a) Contoh Penggunaan teknologi dalam pembelajaran	Prof. Dr. Asep Kadarohman, M.Si
	b) Pemaparan tugas mandiri berupa karya tulis mengenai *best practice* penggunaan teknologi dalam pembelajaran	Prof. Dr. Riandi, M.Si Prof. Andi Suhandi, M.Si Mahasiswa
	c) Penggunaan *reference manager* dalam menulis karya tulis	
3	a) Workshop mengenai penggunaan teknologi dalam pembuatan tugas mandiri (karya tulis)	Dr. Achmad Samsudin, M.Pd Prof. Dr. Riandi, M.Si Prof. Dr. Andi Suhandi, M.Si
	b) Presentasi produk	beserta mahasiswa



Gambar 1. Dokumentasi Kegiatan

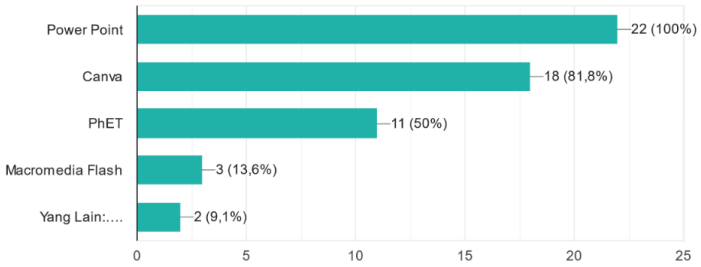
Pada tanggal 12 dan 26 Agustus 2023, sebuah kegiatan PkM diadakan secara daring, diikuti oleh 127 guru yang memiliki spesialisasi dalam IPA, Fisika, Kimia, dan Biologi, yang berasal dari berbagai wilayah di Indonesia. Kemudian kegiatan secara luring pada tanggal 9 September 2023. Kegiatan tersebut dimulai pada hari pertama, yakni tanggal 12 Agustus 2023, di mana peserta menerima penyampaian materi terkait dengan empat topik yang telah dipersiapkan sebelumnya. Sebelum memulai penyampaian materi, tim PkM melakukan survei awal untuk menilai pemahaman para peserta terkait dengan potensi dan kearifan lokal dalam pembelajaran IPA. Pada hari kedua yaitu 26 Agustus 2023 yaitu praktek penggunaan teknologi dalam pembelajaram, diskusi terkait penguatan konten, materi penggunaan *reference manager* dalam menulis karya tulis dan presentasi produk yang telah dibuat peserta. Pertemuan ketiga dilaksanakan secara luring sehingga hanya terdapat 14 guru yang berada di wilayah Cirebon dan sekitarnya yang dapat menghadiri. Refleksi kegiatan dilakukan dan penguatan kembali penggunaan teknologi dalam pembuatan tugas mandiri.

Pelatihan ini dinilai sangat bermanfaat, terutama bagi calon guru IPA, terutama dalam konteks pembelajaran IPA, Fisika, Biologi dan kimia, yang sering kali memerlukan stimulus tambahan untuk memahami materi pelajaran. Pentingnya pengajaran IPA dengan memanfaatkan teknologi ditekankan dalam kegiatan ini (Setyawan & Wijayanti, 2022; Sari & Ganing, 2021; Saraswati dkk, 2020). Guru-guru diajarkan untuk mempertimbangkan berbagai aspek, termasuk pendekatan pembelajaran, model pembelajaran, karakteristik siswa, serta sumber-sumber pembelajaran yang tersedia. Dengan memahami dan menerapkan elemen-elemen ini, diharapkan bahwa proses pembelajaran yang dihasilkan akan menciptakan siswa yang lebih memahami materi dengan fokus pada karakteristik siswa, sumber-sumber pembelajaran yang relevan, dengan menggunakan kerangka kerja TPACK sebagai pengetahuan guru.

Salah satu tujuan utama dari pelatihan ini adalah untuk mendorong integrasi teknologi dalam pembelajaran IPA. Tugas yang harus dihasilkan peserta adalah karya tulis *best practice* terkait pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran sesuai dengan bidang ilmu masing-masing. Selain itu, berbagai keterampilan abad ke-21, termasuk literasi, juga dapat diterapkan dalam proses pembelajaran. Penelitian lebih lanjut mendukung efektivitas media atau teknologi meningkatkan keterampilan menulis dan membaca siswa. Dengan demikian, diharapkan hasil kegiatan ini akan memberikan dorongan bagi guru untuk mengembangkan lebih banyak bahan ajar yang melibatkan teknologi, dengan tujuan memberikan pembelajaran yang lebih kontekstual dan bermakna bagi siswa.

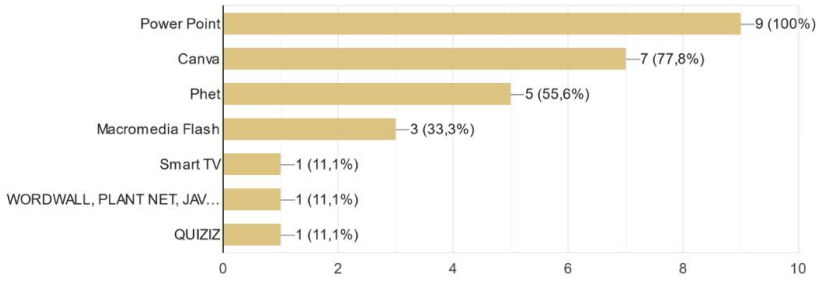
2. Pemahaman dan Pengalaman Guru Penggunaan Teknologi dalam Pembelajaran IPA

Untuk melihat bagaimana pengalaman peserta saat menggunakan teknologi, maka disebarkan angket dalam bentuk google form yang dapat diisi oleh peserta. Angket tersebut terdiri dari dua pertanyaan, yaitu 1) bentuk teknologi yang digunakan saat mengajar dan 2) seberapa sering menggunakan teknologi saat mengajar. Angket ini diberikan kepada peserta sebelum dilaksanakannya workshop pada pertemuan pertama dan setelah di laksanakannya workshop yaitu pada pertemuan kedua. Hasil dari pertanyaan pertama, yaitu bentuk teknologi yang digunakan saat mengajar terdapat beberapa pilihan yaitu powerpoint, canva, phet, macromedia flash dan yang lainnya (peserta dapat mengisi jika pilihan tersebut tidak ada). Pada pertanyaan ini peserta dapat memilih jawaban lebih dari satu jawaban. Hasil pretes peserta menjawab dengan persentase tertinggi itu menggunakan powerpoint dengan persentase 100%. Peserta juga menjawab pilihan selain powerpoint dengan persentase yang kecil.



Gambar 2. Hasil Pretes

Setelah dilaksanakan workshop, peserta mengisi angket dengan pertanyaan yang sama dan menunjukkan hasil yang berbeda. Dimana persentase tertinggi masih terdapat pada powerpoint dan disusul dengan bentuk-bentuk teknologi lainnya. Bahkan juga terdapat jawaban yang menggunakan teknologi yang tidak terdapat pada pilihan, seperti smart TV, Worldwall, plant Net, Java dan Quiziz. Dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Hasil Postes

Dilihat dari perkembangan persentase hasil pretes dan posttes terdapat peningkatan kemampuan peserta dalam menggunakan bentuk teknologi dalam pembelajaran.

Pada pertanyaan yang kedua mengenai seberapa sering menggunakan teknologi saat mengajar dengan terdapat beberapa pilihan bentuk teknologi yang ditawarkan yang berjumlah 17 bentuk teknologi seperti penggunaan perangkat flash drive, perangkat CD/DVD, printer, scanner, proyektor, proyektor berbasis wifi, software pengolah kata (*Microsoft word*), software presentasi (*Microsoft Power Point*), software pengolah lembar kerja spreadsheet (*Microsoft Excel*), *google chrome*, *mozilla firefox*, software pemutar video, memutar video pada *Microsoft Power Point*, menggunakan google search, download dokumen atau software dari internet, mengirim atau mengecek email dan melakukan teleconference. Masih terdapat peserta yang tidak pernah sama sekali dalam menggunakan bentuk teknologi yang ditawarkan. Hasil dari pretes sebanyak 17 bentuk teknologi yang ditampilkan, penggunaan proyektor berbasis wifi dan penggunaan teleconference memperoleh persentase tinggi tidak pernah menggunakannya. Setelah diberikan workshop bagaimana penggunaan teknologi dalam pembelajaran, hasil dari postes peserta menjawab dapat menggunakan bentuk teknologi tersebut dengan baik, kecuali pada teknologi proyektor yang berbasis wifi.

Untuk melihat pengetahuan peserta mengenai ICT dapat dilihat bahwa seluruh peserta mengetahui bagaimana menggunakan flashdrive dengan benar, saat pretes masih terdapat peserta yang tidak bisa menggunakan CD/DVD dengan benar, sedangkan saat postes hampir seluruh peserta dapat menggunakan CD/DVD dengan benar, peserta sudah dapat mengetahui bagaimana menggunakan printer saat menggandakan bahan ajar yang berwarna dengan benar, pengetahuan peserta sudah meningkat mengenai penggunaan mesin scanner dengan benar, mengetahui dengan benar bagaimana penggunaan proyektor dalam pembelajaran, peserta dapat mengetahui dengan benar bagaimana penggunaan Microsoft word dan masih banyak beberapa indikator lainnya. Hasil pengetahuan terkait ICT seperti yang terlihat pada gambar 4.

Gambar 4. Hasil pengetahuan terkait ICT pretes dan postes

Gambar 5. Produk yang dihasilkan peserta workshop

Dilihat dari pengalaman peserta dalam menggunakan teknologi eluruh peserta menggunakan *power point* dalam mengajar. Selain itu ada juga beberapa peserta menggunakan Canva, Phet, quiziz, worldwall, plant net dan lain-lainnya. Penggunaan selain *power point* tersebut jarang digunakan peserta dikarenakan peserta tidak familiar dengan aplikasi nya dan ada juga peserta yang tidak mengetahui cara penggunaan aplikasi tersebut. Bentuk-bentuk teknologi lainnya yang dapat digunakan oleh peserta dalam mengajar sangat membantu peserta. Sebelum dilaksanakan workshop banyak peserta yang tidak mengetahui bentuk-bentuk teknologi yang dapat membantu dalam mengajar. Dalam hal ini banyak peserta yang tidak ingin mengembangkan keterampilan teknologi nya, dikarenakan faktor umur dan kesibukan lainnya. Sehingga peserta malas untuk mempelajari bentuk-bentuk teknologi tersebut.

Walaupun peserta mengikuti berbagai jenis workshop untuk pengembangan diri nya, tetapi tidak efektif jika hanya dilaksanakan tanpa praktek. Pada workshop ini, peserta tidak hanya mendapatkan materi mengenai berbagai bentuk teknologi yang dapat digunakan dalam mengajar, tetapi juga diberikan kesempatan untuk menggunakan dan berdiskusi dengan pemateri. Sehingga dari tugas mandiri yang dikerjakan oleh peserta menjadi lebih baik. Tugas mandiri yang dibuat oleh peserta yaitu membuat karya tulis berupa kegiatan *best practice* yang telah dilakukan oleh peserta selama mengajar dalam menggunakan teknologi. Penulisan karya tulis tersebut mengikuti *template* yang telah disediakan yang terdiri dari: (a) Judul (b) abstrak, (c) pendahuluan, (d) pembahasan, (e) referensi. Produk yang dihasilkan peserta dapat dilihat pada gambar 5.

Pentingnya membekali pengetahuan TPACK dalam pengajaran tidak bisa dianggap remeh. TPACK merupakan kombinasi pengetahuan teknologi (T), pedagogi (P) dan pengetahuan konten (C) yang membantu guru secara efektif mengintegrasikan teknologi ke dalam proses pembelajaran (Hayani & Sutama, 2022; Rahmatiah dkk, 2022). Kesimpulan mengenai pentingnya pengetahuan TPACK dalam pengajaran adalah sebagai berikut: (1) Guru yang sadar akan TPACK dapat merancang pengalaman belajar yang lebih interaktif dan menarik dengan menggunakan teknologi. Hal ini dapat membantu siswa lebih memahami dan menerapkan isi pelajaran; (2) TPACK memungkinkan guru menghubungkan materi

pendidikan dengan dunia nyata, mempersiapkan siswa menghadapi tantangan yang mereka hadapi di luar kelas. Hal ini menjadikan pembelajaran lebih bermakna; (3) Pengetahuan TPACK membantu guru memilih dan menggunakan teknologi yang paling sesuai dengan tujuan pembelajarannya. Hal ini menghindari penggunaan teknologi hanya untuk alasan "modis" dan memastikan bahwa teknologi mendukung pembelajaran; (4) Guru dengan TPACK dapat membantu siswa mengembangkan keterampilan yang relevan dengan abad ke-21, seperti pemecahan masalah, berpikir kritis, dan kerja kolaboratif; (5) Penggunaan teknologi yang tepat dalam pengajaran dapat meningkatkan efisiensi penyediaan materi pembelajaran, memantau kemajuan siswa, dan memberikan umpan balik tepat waktu; dan (6) n Pendidikan yang memadai melalui TPACK membantu guru merasa lebih percaya diri dan siap menghadapi tantangan dunia pendidikan yang selalu berubah. Di era dimana teknologi terus berkembang, guru dengan pengetahuan TPACK mempunyai keuntungan dalam membantu siswa memaksimalkan potensi mereka dan membekali mereka dengan keterampilan yang tepat untuk masa depan.

Simpulan

Secara umum, pemahaman para guru telah meningkat setelah workshop. Umumnya, penilaian yang diberikan oleh peserta mengenai implementasi PKM sebagian besar masuk ke dalam kategori sangat baik dan sangat memuaskan. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa workshop ini memiliki implikasi penting untuk meningkatkan pemahaman guru-guru IPA dalam memanfaatkan inovasi dalam pendidikan. Langkah-langkah berikutnya dalam mengimplementasikan PKM memerlukan dukungan, terutama dalam aplikasinya di dalam kelas.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Program Studi Pendidikan IPA FPMIPA UPI atas pembiayaan kegiatan PkM yang diberikan melalui Dana RKAT.

Daftar Pustaka

Agustian, Y., Saraswati, D. L., & Supardi, U. S. (2023). Pembuatan Alat Peraga Roda Energi Guna Mempermudah Proses Pembelajaran IPA Terpadu. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran*, *2*(3), 359-366

Audria, N., Suhandi, A., & Kurniawan, A. R. (2021). *Strategi Guru dalam Membangkitkan Minat Belajar Siswa pada Sistem Pembelajaran Dalam Jaringan Masa Pandemi COVID-19 di Sekolah Dasar* (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS JAMBI).

Azilia, D., Darvina, Y., & Zulva, R. (2022). Meta Analysis Of The Effect Of The Use Of Video On Student Learning Outcomes In Physics And Science Lessons. *Pillar of Physics Education*, *15*(2), 100-106.

Dasmo, D., Saraswati, D. L., & Okyranida, I. Y. (2020). Peningkatan Kompetensi Guru melalui Pembelajaran Peta Konsep (Mind Map). *Jurnal PkM (Pengabdian kepada Masyarakat)*, *3*(2), 158-164.

Fadil, K., Suhendra, S., & Amran, A. (2023). Analisis Kebijakan Pendidikan Negara-negara ASEAN dalam Mendukung Suistanable Developments Goal. *ISLAMIKA*, *5*(1), 279-295.

Fajriani, G. N., Sopandi, W., & Kadarohman, A. (2019). Miskonsepsi Siswa Yang Menggunakan Teks Perubahan Konseptual Mengenai Hukum-Hukum Dasar Kimia. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, *3*(1), 30-41.

Halimah, N., Irdamurni, I., & Desyandri, D. (2023). Humanistic Philosophy of Learning Differs From the Curriculum in ES. *International Journal of Educational Dynamics*, *5*(2), 218-224.

Hattarina, S., Saila, N., Faradilla, A., Putri, D. R., & Putri, R. G. A. (2022, August). Implementasi Kurikulum Medeka Belajar Di Lembaga Pendidikan. In *Seminar Nasional Sosial, Sains, Pendidikan, Humaniora (SENASSDRA)* (Vol. 1, No. 1, pp. 181-192).

Hayani, S. N., & Sutama, S. (2022). Pengembangan Perangkat dan Model Pembelajaran Berbasis TPACK Terhadap Kualitas Pembelajaran Daring. *Jurnal Basicedu*, *6*(2), 2871-2882.

Irawati, D., Najili, H., Supiana, S., & Zaqiah, Q. Y. (2022). Merdeka Belajar Curriculum Innovation and Its Application in Education Units. *Edumaspul: Jurnal Pendidikan*, *6*(2), 2506-2514.

Lestari, H., Ali, M., Sopandi, W., Wulan, A. R., & Rahmawati, I. (2022). The Impact of the RADEC Learning Model Oriented ESD on Students' Sustainability Consciousness in Elementary School. *Pegem Journal of Education and Instruction*, *12*(2), 113-122.

Lohmann, J., Breithecker, J., Ohl, U., Gieß-Stüber, P., & Brandl-Bredenbeck, H. P. (2021). Teachers' professional action competence in education for sustainable development: A systematic review from the perspective of physical education. *Sustainability*, *13*(23), 13343.

Mery, M., Martono, M., Halidjah, S., & Hartoyo, A. (2022). Sinergi siswa dalam proyek penguatan profil pelajar pancasila. *Jurnal Basicedu*, *6*(5), 7840-7849.

Mulyadi, D., Wijayatingsih, T., Budiastuti, R., Ifadah, M., & Aimah, S. (2020). Technological pedagogical and content knowledge of ESP teachers in blended learning format. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, *15*(6), 124-139.

Nasar, A., & Daud, M. H. (2020). Analisis Kemampuan Guru IPA Tentang Technological Pedagogical Content Knowledge pada SMP/MTs di Kota Ende. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika*, *4*(1), 9-20.

Primasti, S. G. (2021). Implementasi program education for sustainable development di sma tumbuh. *Spektrum Analisis Kebijakan Pendidikan*, *10*(3).

Rahayu, S. (2017, October). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): Integrasi ICT dalam Pembelajaran IPA Abad 21. In *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA IX* (Vol. 9, pp. 1-14).

Rahmatiah, R., Sarjan, M., Muliadi, A., Azizi, A., Hamidi, H., Fauzi, I., ... & Khery, Y. (2022). Kerangka Kerja TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) dalam Perspektif Filsafat Ilmu Untuk Menyongsong Pendidikan Masa Depan. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, *7*(4), 2232-2241.

Rasmitadila, R., Widyasari, W., Humaira, M., Tambunan, A., Rachmadtullah, R., & Samsudin, A. (2020). Using blended learning approach (BLA) in inclusive education course: A study investigating teacher students' perception. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, *15*(2), 72-85.

Ritter, S. M., Gu, X., Crijns, M., & Biekens, P. (2020). Fostering students' creative thinking skills by means of a one-year creativity training program. *PloS one*, *15*(3), e0229773.

Ryan, B., & Cowie, B. (2009). *Exploring the use of an interactive whiteboard in a primary science classroom*. SET : Research Information for Teacher (1). 43-48

Saraswati, D. L., Mulyaningsih, N. N., Asih, D. A. S., & Ardy, V. (2020, December). Development of Learning Media-Based Digital Book on Modern Physics Learning. In *1st International Conference on Folklore, Language, Education and Exhibition (ICOFLEX 2019)* (pp. 338-343). Atlantis Press.

Saraswati, D. L., Pratama, D., & Putri, D. A. (2019). Pemanfaatan Wayang sebagai Media Pembelajaran. *Diskusi Panel Nasional Pendidikan Matematika*, *5*(1).

Sari, S. M., & Ganing, N. N. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Powtoon Berbasis Problem Based Learning Pada Materi Ekosistem Muatan Ipa Kelas V Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Profesi Guru*, *4*(2), 288-298.

Setyawan, D. N., & Wijayanti, A. (2022). Persepsi mahasiswa terhadap virtual laboratory pada materi rangkaian listrik sederhana. *Wacana Akademika: Majalah Ilmiah Kependidikan*, *6*(3), 371-376.

Shah, A. A., Gong, Z., Ali, M., Jamshed, A., Naqvi, S. A. A., & Naz, S. (2020). Measuring education sector resilience in the face of flood disasters in Pakistan: an index-based approach. *Environmental Science and Pollution Research*, *27*, 44106-44122.

Sinaga, A. V. (2023). Peranan Teknologi dalam Pembelajaran untuk Membentuk Karakter dan Skill Siswa Abad 21. *Journal on Education*, *6*(1), 2836-2846.

Sintawati, M., & Indriani, F. (2019, December). Pentingnya technological pedagogical content knowledge (TPACK) guru di era revolusi industri 4.0. In *Prosiding Seminar Nasional Pagelaran Pendidikan Dasar Nasional (PPDN) 2019* (Vol. 1, No. 1, pp. 417-422).

Susilawati, S., Nawawi, M. A., & Abd Muid, N. (2019). Rekonstruksi Sistem Melalui Pendekatan Pendidikan Untuk Pembangunan Yang Berkelanjutan. *ANDRAGOGI: Jurnal Pendidikan Islam dan Manajemen Pendidikan Islam*, *1*(2), 218-241.

Suyamto, J., Masykuri, M., & Sarwanto, S. (2020). Analisis kemampuan tpack (technolgical, pedagogical, and content, knowledge) guru biologi sma dalam menyusun perangkat pembelajaran materi sistem peredaran darah. *Inkuiri: Jurnal Pendidikan IPA*, *9*(1), 44-53.

Tjahyadi, S., Sembada, A. D., Hastangka, H., & Sinaga, Y. T. (2019). Education for Sustainable Develoment (ESD)–Pancasila di Desa Towangsan: Paradigma Pembangunan yang Berkelanjutan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (Indonesian Journal of Community Engagement)*, *4*(2), 159-170.

Torun, E. D. (2020). Online distance learning in higher education: E-learning readiness as a predictor of academic achievement. *Open Praxis*, *12*(2), 191-208.

Vilmala, B. K., Karniawati, I., Suhandi, A., Permanasari, A., & Khumalo, M. (2022). A Literature Review of Education for Sustainable Development (ESD) in Science Learning: What, why, and how. *Journal of Natural Science and Integration*, *5*(1), 35-44.

Wardani, H. K. (2022). Technology Pedagogy Content Knowledge (Tpack)(Analisis Konsep & Model Pembelajaran). *BASA Journal of Language & Literature*, *2*(1), 32-47.