

PROFIL PENGGUNAAN ICT SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN IPA DI SEKOLAH: SEBUAH LITERATURE REVIEW

Ni Kadek Sintya Purnama Sari¹, Fortinata Mada², Ni Wayan Ekayanti^{3*}, Ni Komang
Dina Suciari⁴, Dewa Ayu Sri Ratnani⁵, Nengah Dwi Handayani⁶

^{1,2,3,4,5,6}Universitas Mahasaraswati Denpasar

*Email: ekayanti@unmas.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan Teknologi Informasi dan Komunikasi (ICT) dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) dan Biologi di sekolah Indonesia telah menjadi fokus utama dalam era pendidikan digital. Penelitian ini menggunakan metode literature review untuk menyelidiki dampak dan tantangan integrasi teknologi ini. Dengan menganalisis literatur terbitan antara tahun 2019 hingga 2024 yang dapat diakses melalui Google Scholar menggunakan aplikasi Publish or Perish (PoP), hasil penelitian menunjukkan gambaran yang jelas tentang penggunaan ICT dalam konteks pembelajaran IPA dan Biologi di sekolah. Integrasi teknologi ini memberikan kontribusi yang signifikan, termasuk peningkatan minat dan motivasi siswa serta kreativitas guru dalam proses pembelajaran. Namun, masih ada tantangan seperti kurangnya kesiapan teknis dan kendala aksesibilitas infrastruktur yang perlu diperhatikan lebih lanjut. Oleh karena itu, diperlukan kerjasama antara berbagai pihak untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan guru dalam mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran. Secara keseluruhan, integrasi ICT dalam pembelajaran IPA dan Biologi di sekolah Indonesia memberikan dampak positif yang signifikan. Meskipun menghadapi tantangan seperti keterbatasan infrastruktur dan sumber daya, penggunaan ICT telah membawa manfaat dalam meningkatkan minat dan motivasi siswa, mempersiapkan calon guru dengan lebih baik, serta meningkatkan profesionalisme guru melalui TPACK. Hal ini membantu pembelajaran IPA dan Biologi terus berkembang dan memberikan kontribusi positif bagi pendidikan di Indonesia.

Kata Kunci: ICT, IPA, pendidikan, sekolah

ABSTRACT

The use of Information and Communication Technology (ICT) in learning Science and Biology in Indonesian schools has become a major focus in the digital education era. This research utilizes the literature review method to investigate the impact and challenges of this technology integration. By analyzing literature published between 2019 and 2024 that can be accessed through Google Scholar using the Publish or Perish (PoP) application, the results show a clear picture of the use of ICT in the context of science and biology learning in schools. The integration of these technologies has made significant contributions, including increased student interest and motivation as well as teacher creativity in the learning process. However, there are still challenges such as lack of technical readiness and infrastructure accessibility constraints that need further attention. Therefore, collaboration between various parties is needed to improve teachers' understanding and skills in integrating technology into learning. Overall, the integration of ICT in science and biology learning in Indonesian schools has a significant positive impact. Despite facing challenges such as limited infrastructure and resources, the use of ICT has brought benefits in increasing students' interest and motivation, better preparing prospective teachers, and improving teachers' professionalism through TPACK. This helps science and biology learning continue to grow and make a positive contribution to education in Indonesia.

Keywords: ITC, science, education, schools

PENDAHULUAN

Information and Communication
Technology (ICT) atau secara sederhana

kebanyakan orang cukup dengan menyebut
Information Technology (IT) yang dalam

bahasa Indonesia biasa disebut Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) atau ada juga yang menyebutnya dengan Teknologi Informasi (TI) saja, saat ini merupakan sesuatu yang menarik perhatian orang-orang yang bergerak di bidang pendidikan maupun pembelajaran. Dengan mengenal dan memanfaatkan *ICT*, diharapkan akan menjadikan pendidik dan tenaga kependidikan lebih mampu dan mau melakukan upaya-upaya perbaikan secara terus menerus, benar dan objektif. Jika hal ini dibiasakan dalam pembelajaran, diharapkan pendidik dan tenaga kependidikan akan mampu tumbuh dan berkembang sebagai pendidik dan tenaga kependidikan yang profesional dan kompeten.

Perkembangan cepat Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK), juga dikenal sebagai *ICT* (Information and Communication Technology), telah mendorong para pendidik, baik guru maupun dosen, untuk menggabungkan teknologi ke dalam proses pembelajaran. Penerapan *ICT* dalam pembelajaran memiliki potensi untuk menciptakan pengalaman pembelajaran yang dinamis, kolaboratif, kreatif, terintegrasi, dan evaluatif. Dampak dari penggunaan *ICT* dalam pembelajaran ini termasuk peningkatan kualitas pembelajaran, perluasan akses terhadap pendidikan dan pembelajaran, bantuan dalam menggambarkan konsep-konsep abstrak, mempermudah pemahaman materi yang diajarkan, meningkatkan ketertarikan pada materi pembelajaran, serta memfasilitasi interaksi antara pembelajar dengan materi yang dipelajari (Wangge, 2020).

Sumber Belajar adalah entitas yang berisi pesan yang dapat disampaikan melalui alat atau dapat berdiri sendiri sebagai sesuatu yang mengandung pesan

yang ingin disampaikan melalui materi pembelajaran yang diberikan. Media pengajaran adalah sarana untuk menyampaikan pesan, materi pembelajaran adalah isi dari pesan yang ingin disampaikan, dan tujuan yang ingin dicapai adalah proses pembelajaran itu sendiri. Media memiliki manfaat yang bermacam-macam, termasuk mengklarifikasi pesan agar tidak terlalu bergantung pada kata-kata, mengatasi keterbatasan seperti ruang, waktu, tenaga, dan indra, membangkitkan semangat belajar, serta memungkinkan interaksi langsung antara siswa dan sumber belajar.

Pembelajaran melibatkan berbagai komponen yang saling terkait, seperti tujuan pembelajaran, materi, strategi dan metode, media, organisasi kelas, evaluasi, dan tindak lanjut. Media pembelajaran merupakan salah satu komponen penting yang mendukung proses belajar mengajar di kelas. Media pembelajaran adalah alat yang digunakan untuk mengirimkan pesan dalam pembelajaran dengan tujuan merangsang pikiran, perasaan, perhatian, dan minat belajar siswa sehingga mencapai tujuan pembelajaran (Basri et al., 2013, Naz et al., 2012). Manfaat dari penggunaan media pembelajaran termasuk mengklarifikasi penyampaian pesan dan informasi untuk meningkatkan proses dan hasil belajar, meningkatkan perhatian siswa sehingga mendorong motivasi belajar, mengatasi keterbatasan seperti indra, ruang, dan waktu, serta memberikan pengalaman yang sama kepada siswa terkait dengan peristiwa yang ada di lingkungan sekitarnya. Dalam konteks biologi, sebagai cabang ilmu sains yang mempelajari makhluk hidup dan interaksinya dengan lingkungan, produk keilmuan biologi berupa kumpulan fakta dan konsep (Sudjoko, 2001). Tidak semua konsep dalam biologi bersifat konkret dan

mudah diamati; ada yang bersifat abstrak dan sulit diamati.

Tujuan dilakukannya kajian ini untuk menyelidiki sejauh mana kontribusi penggunaan *ICT* dalam pembelajaran IPA dan Biologi di sekolah di Indonesia, serta untuk mengidentifikasi tantangan yang dihadapi dalam mengintegrasikan teknologi tersebut. Selain itu, tujuan kajian ini adalah untuk membuat saran operasional yang spesifik dan relevan berdasarkan temuan hasil penelitian guna meningkatkan efektivitas penggunaan *ICT* dalam pembelajaran IPA dan Biologi di lingkungan sekolah.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengadopsi metode literature review. Literature review adalah kegiatan yang berfokus pada analisis kritis terhadap isi naskah yang berkaitan dengan topik tertentu yang menjadi fokus penelitian. Literature review ini memanfaatkan literatur yang diterbitkan antara tahun 2019 hingga 2024 yang

tersedia dalam format PDF dan bersifat ilmiah (peer reviewed journals), diakses melalui Google Scholar menggunakan aplikasi Publish or Perish (PoP). Jurnal yang ditinjau memenuhi kriteria artikel jurnal penelitian berbahasa Indonesia dan Inggris yang membahas penggunaan *ICT* dalam pembelajaran IPA dan Biologi di sekolah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melakukan pencarian menggunakan kata kunci "ICT guru IPA", "ICT guru Biologi", dan "pembelajaran biologi di Indonesia", ditemukan total 36 artikel. Namun, setelah dilakukan penyaringan menggunakan kriteria inklusi dan eksklusi, ditemukan lima belas artikel yang memenuhi kriteria tersebut. Detail dari artikel-artikel yang relevan dengan pertanyaan penelitian akan dijelaskan lebih lanjut dalam tabel berikut. Data hasil pencarian yang diperoleh dari Google Scholar akan disajikan secara rinci dalam Tabel 1.

Tabel 1. Jurnal yang Mengkaji Penggunaan ICT dalam Pembelajaran IPA dan Biologi di Sekolah

Kode	Penulis	Tahun	Judul Artikel	Nama Jurnal
1	Mardiyah Hayati	2022	Peningkatan hasil belajar dengan pendekatan <i>TPACK</i> pada Pembelajaran IPA	SCIENCE: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA
2	Ridwan Joharmawana, Suhadi Ibnu, Munzilc, Fauziatul Fajarohd	2021	Profil Persepsi Pengetahuan Konten dan Pedagogi Teknologi Guru Kimia dan Kualitas Pelaksanaannya dalam Pengembangan RPP dan Pembelajaran Kimia	Turkish Journal of Computer and Mathematics Education
3	Ichsan1 Suhaimi, Khodzijah Nur Amalia, Tomi Apra Santosa, Sisi Yulianti	2022	Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbasis <i>TPACK</i> Terhadap Keterampilan Literasi Sains Dalam Pembelajaran IPA Siswa Tingkat SD Sampai SMA: Sebuah Meta-Analisis	Jurnal Pendidikan dan Konseling

Kode	Penulis	Tahun	Judul Artikel	Nama Jurnal
4	Yenni Surfiyanti Ningrum, Ria Wulandari	2020	Korelasi Implementasi Pembelajaran IPA Daring terhadap Literasi Teknologi Siswa di Kelas VIII SMP	JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains)
5	Ayu Lilis, Novita Widhi Widyapuraya, Dadan Rosana, Insih Wilujeng, Suyanta	2023	Profil Kemampuan Literasi Teknologi Siswa SMP Kelas VII dalam Pelaksanaan Pembelajaran IPA	Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (Indonesian Journal of Science Education),
6	Putri Elhani, Taupik Sopyan, Awang Kustiawan	2023	Pengaruh Penerapan Model Discovery Learning Berbasis <i>TPACK</i> (Technological, Pedagogical, Content, Knowledge) terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi (HOTS) Siswa	J-KIP (Jurnal Keguruan dan Ilmu Pendidikan)
7	Prapti Octavia Ningsih, Nuraini Alkhasanah, Yusrika Firda Isnaini, Ikhsan Maulana, Yulia Maftuhah Hidayati, Anatri Desstyia.	2023	Penerapan Model Project Based Learning Dengan Pendekatan <i>TPACK</i> pada Pembelajaran IPA	Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti
8.	Joko Suyamto, Mohammad Masykuri, Sarwanto	2020	Analisis Kemampuan <i>TPACK</i> (Technolgical, Pedagogical, And Content, Knowledge) Guru Biologi SMA dalam Menyusun Perangkat Pembelajaran Materi Sistem Peredaran Darah	INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA
9	Akhwani, Dewi Widiana Rahayu	2021	Analisis Komponen <i>TPACK</i> Guru SD sebagai Kerangka Kompetensi Guru Profesional di Abad 21	Jurnal basicedu
10	Rizki Ananda, Afriza Rahma Rani, Fadhilaturrahmi	2022	Pengembangan Model <i>TPACK</i> untuk Menunjang Kompetensi Profesional pada Guru Sekolah Dasar.	Jurnal basicedu
11	Cindy Adelia Wardani, Budi Jatmiko	2021	Efektivitas Pembelajaran Fisika Berbasis <i>TPACK</i> dengan Model PBL untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa	International Journal of Active Learning
12	Herry Suryanto, Septi Budi Sartika, Mochamad Nashrullah	2022	Analisis Technological Pedagogical Content Knowledge (<i>TPACK</i>) Guru IPA SMP	Research paper
13	Hendra Yulisman, Ari Widodo, Riandi, Cut Intan Evtia Nurina	2019	Berdasarkan Akreditasi Sekolah Kontribusi Pengetahuan Konten, Pedagogi, Dan	Edusains

Kode	Penulis	Tahun	Judul Artikel	Nama Jurnal
			Teknologi Terhadap Pembentukan <i>TPACK</i> Guru IPA	
14	Nurul Mutia Ramdhani Rahma Putri Andini, Tin Rustini	2023	Peningkatan Kualitas Pembelajaran IPAS Di Kelas Awal Pada Kurikulum Merdeka Melalui Pemanfaatan TIK	Jurnal Pendidikan
15	Nukhbatul Bidayati Haka, Rizka Yohana, Laila Puspita	2020	Technological Pedagogical Content Knowledge Mahasiswa Calon Guru Biologi dalam Menyusun Perangkat Evaluasi Pembelajaran	Jurnal Pendidikan IPA

Dari review yang dilakukan dengan fokus tentang teknologi dalam pelajaran, data tujuan penelitian, dapat menunjukkan disajikan pada Tabel 2. bahwa penelitian yang direview mengkaji

Tabel 2. Tujuan Penelitian yang Mengkaji Penggunaan *ICT* dalam Pembelajaran IPA dan Biologi di Sekolah

Kode	Judul Artikel	Tujuan Penelitian
1	Peningkatan hasil belajar dengan pendekatan <i>TPACK</i> pada Pembelajaran IPA	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memahami bagaimana penerapan pendekatan <i>TPACK</i> dalam pengajaran Ilmu Pengetahuan Alam bertujuan meningkatkan pencapaian pembelajaran siswa.
2	Profil Persepsi Pengetahuan Konten dan Pedagogi Teknologi Guru Kimia dan Kualitas Pelaksanaannya dalam Pengembangan RPP dan Pembelajaran Kimia	Tujuan penelitian adalah untuk menganalisis (1) bagaimana profil persepsi guru kimia <i>TPACK</i> di MGMP Malang ditinjau dari lama mengajar dan status sertifikasi, (2) bagaimana korelasi antara persepsi guru terhadap <i>TPACK</i> dengan implementasi dalam pengembangan RPP, (3) bagaimana korelasinya? persepsi <i>TPACK</i> dengan pelaksanaan pembelajaran Kimia di kelas, (4) apa penyebab kesenjangan persepsi <i>TPACK</i> guru dengan implementasi <i>TPACK</i> dalam RPP dan implementasi <i>TPACK</i> dalam pembelajaran.
3	Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbasis <i>TPACK</i> Terhadap Keterampilan Literasi Sains Dalam Pembelajaran IPA Siswa Tingkat SD Sampai SMA: Sebuah Meta-Analisis	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi dampak penerapan model pembelajaran Problem Based Learning yang berfokus pada pengintegrasian <i>TPACK</i> terhadap kemampuan literasi sains siswa dari tingkat Sekolah Dasar hingga Sekolah Menengah Atas dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam.
4	Korelasi Implementasi Pembelajaran IPA Daring terhadap Literasi Teknologi Siswa di Kelas VIII SMP	untuk menyelidiki hubungan antara cara guru mengimplementasikan pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam secara daring dengan kemampuan siswa dalam literasi teknologi.

Kode	Judul Artikel	Tujuan Penelitian
5	Profil Kemampuan Literasi Teknologi Siswa SMP Kelas VII dalam Pelaksanaan Pembelajaran IPA	Tujuannya adalah untuk mengeksplorasi profil literasi teknologi siswa SMP
6	Pengaruh Penerapan Model Discovery Learning Berbasis <i>TPACK</i> (Technological, Pedagogical, Content, Knowledge) terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi (HOTS) Siswa	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memahami bagaimana penggunaan model discovery learning yang berdasarkan pada <i>TPACK</i> (Technological, Pedagogical, Content Knowledge) mempengaruhi kemampuan siswa kelas XI MIPA di SMA Negeri 1 Sariwangi dalam berpikir tingkat tinggi (HOTS) pada sub materi sistem pernapasan manusia.
7	Penerapan Model Project Based Learning Dengan Pendekatan <i>TPACK</i> pada Pembelajaran IPA	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjelaskan bagaimana penerapan Pembelajaran Berbasis Proyek (PJBL) dengan pendekatan <i>TPACK</i> diterapkan dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam untuk siswa kelas VI di SD Negeri Sidorejo 02.
8	Analisis Kemampuan <i>TPACK</i> (Technolgical, Pedagogical, And Content, Knowledge) Guru Biologi SMA dalam Menyusun Perangkat Pembelajaran Materi Sistem Peredaran Darah	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memahami kemampuan guru Biologi di SMA dalam hal <i>TPACK</i> .
9	Analisis Komponen <i>TPACK</i> Guru SD sebagai Kerangka Kompetensi Guru Profesional di Abad 21	Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi komponen-komponen <i>TPACK</i> dari para guru Sekolah Dasar.
10	Pengembangan Model <i>TPACK</i> untuk Menunjang Kompetensi Profesional pada Guru Sekolah Dasar.	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyelidiki pengembangan model <i>TPACK</i> yang bertujuan meningkatkan profesionalisme guru di Sekolah Dasar di Kecamatan Salo.
11	Efektivitas Pembelajaran Fisika Berbasis <i>TPACK</i> dengan Model PBL untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa	Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi seberapa efektif pembelajaran fisika yang menggunakan pendekatan <i>TPACK</i> dengan model PBL dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.
12	Analisis Technological Pedagogical Content Knowledge (<i>TPACK</i>) Guru IPA SMP	Penelitian ini bertujuan untuk memahami sejauh mana kemampuan guru Sekolah Menengah di bidang Ilmu Pengetahuan Alam dalam menggunakan teknologi informasi dan komunikasi untuk mendukung proses pembelajaran (Teknologi Pengetahuan), keterampilan guru dalam mengelola kelas (Pengetahuan Pedagogis), dan pemahaman guru tentang materi pembelajaran (Pengetahuan Konten).
13	Berdasarkan Akreditasi Sekolah Kontribusi Pengetahuan Konten, Pedagogi, Dan Teknologi Terhadap Pembentukan <i>TPACK</i> Guru IPA	Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang ketrampilan <i>TPACK</i> (Technological Pedagogical Content Knowledge) dari guru Ilmu Pengetahuan Alam (IPA), serta bagaimana pengetahuan tentang konten, pedagogi,

Kode	Judul Artikel	Tujuan Penelitian
		dan teknologi berkontribusi dalam membentuk TPACK.
14	Peningkatan Kualitas Pembelajaran IPAS Di Kelas Awal Pada Kurikulum Merdeka Melalui Pemanfaatan TIK	Untuk memahami bagaimana penggunaan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dan Sains (IPAS) berperan penting dalam meningkatkan akses informasi, memfasilitasi kolaborasi dan komunikasi, serta mengembangkan keterampilan digital siswa.
15	Technological Pedagogical Content Knowledge Mahasiswa Calon Guru Biologi dalam Menyusun Perangkat Evaluasi Pembelajaran	Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data tentang ketrampilan Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) yang dimiliki oleh mahasiswa calon guru Pendidikan Biologi di UIN Raden Intan Lampung dalam pengembangan perangkat evaluasi pembelajaran..

Selanjutnya, langkah berikutnya adalah meninjau jenis dan desain penelitian yang digunakan untuk mengumpulkan data dari artikel yang diteliti. Tabel 3 di bawah ini

memberikan rincian yang lebih terperinci mengenai jenis dan desain penelitian yang dipilih.

Tabel 3. Jenis/Rancangan Penelitian yang Penggunaan ITC dalam Pembelajaran IPA di Sekolah

Kode	Judul Artikel	Jenis Penelitian
1	Peningkatan hasil belajar dengan pendekatan <i>TPACK</i> pada Pembelajaran IPA	PTK
2	Profil Persepsi Pengetahuan Konten dan Pedagogi Teknologi Guru Kimia dan Kualitas Pelaksanaannya dalam Pengembangan RPP dan Pembelajaran Kimia	Penelitian Survei
3	Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbasis <i>TPACK</i> Terhadap Ketrampilan Literasi Sains Dalam Pembelajaran IPA Siswa Tingkat SD Sampai SMA: Sebuah Meta-Analisis	Penelitian Kuantitatif
4	Korelasi Implementasi Pembelajaran IPA Daring terhadap Literasi Teknologi Siswa di Kelas VIII SMP	Penelitian Kuantitatif
5	Profil Kemampuan Literasi Teknologi Siswa SMP Kelas VII dalam Pelaksanaan Pembelajaran IPA	Penelitian Deskriptif Kualitatif
6	Pengaruh Penerapan Model Discovery Learning Berbasis <i>TPACK</i> (Technological, Pedagogical, Content, Knowledge) terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi (HOTS) Siswa	Penelitian Pra-Eksperimental
7	Penerapan Model Project Based Learning Dengan Pendekatan <i>TPACK</i> pada Pembelajaran IPA	Penelitian Deskriptif Kualitatif
8.	Analisis Kemampuan <i>TPACK</i> (Technolgical, Pedagogical, And Content, Knowledge) Guru Biologi SMA dalam Menyusun Perangkat Pembelajaran Materi Sistem Peredaran Darah	Penelitian Deskriptif Kuantitatif
9.	Analisis Komponen <i>TPACK</i> Guru SD sebagai Kerangka Kompetensi Guru Profesional di Abad 21	Penelitian Deskriptif
10	Pengembangan Model <i>TPACK</i> untuk Menunjang Kompetensi Profesional pada Guru Sekolah Dasar	Penelitian Research and Development R&D

Kode	Judul Artikel	Jenis Penelitian
11	Efektivitas Pembelajaran Fisika Berbasis <i>TPACK</i> dengan Model PBL untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa	Desain Pra-Eksperimental
12	Analisis Technological Pedagogical Content Knowledge (<i>TPACK</i>) Guru IPA SMP	Metode Kualitatif dengan Pendekatan Fenomenologi
13	Berdasarkan Akreditasi Sekolah Kontribusi Pengetahuan Konten, Pedagogi, Dan Teknologi Terhadap Pembentukan <i>TPACK</i> Guru IPA	Penelitian Kualitatif
14	Peningkatan Kualitas Pembelajaran IPAS Di Kelas Awal Pada Kurikulum Merdeka Melalui Pemanfaatan TIK	Penelitian Kualitatif
15	Technological Pedagogical Content Knowledge Mahasiswa Calon Guru Biologi dalam Menyusun Perangkat Evaluasi Pembelajaran	Penelitian Kuantitatif

Dalam melakukan tinjauan artikel, ditemukan hasil-hasil unik yang terkait dengan penerapan ICT dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dan Biologi di

lingkungan sekolah. Hasil singkat dari setiap artikel yang ditinjau dipresentasikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Temuan dari Penelitian

Kode	Judul Artikel	Temuan Penelitian
1	Peningkatan hasil belajar dengan pendekatan <i>TPACK</i> pada Pembelajaran IPA	Penemuan dari penelitian ini adalah bahwa menerapkan pendekatan <i>TPACK</i> dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) dapat meningkatkan pencapaian belajar siswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada awalnya, tingkat pencapaian siswa hanya mencapai 43,33% dalam fase pra-siklus atau kondisi awal. Namun, setelah melalui siklus pertama, tingkat pencapaian meningkat menjadi 86,67%, dan pada siklus kedua meningkat lagi menjadi 93,33%. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa penerapan pendekatan <i>TPACK</i> dalam pembelajaran IPA dapat meningkatkan pencapaian belajar siswa di kelas 9C di MTs Negeri 5 Klaten.
2	Profil Persepsi Pengetahuan Konten dan Pedagogi Teknologi Guru Kimia dan Kualitas Pelaksanaannya dalam Pengembangan RPP dan Pembelajaran Kimia	Sebagian besar guru kimia memiliki persepsi <i>TPACK</i> dalam kategori menengah, dengan beberapa di kategori tinggi dan rendah. Persepsi <i>TPACK</i> tidak terkait dengan lamanya pengajaran atau status sertifikasi. Guru yang tidak bersertifikat memiliki persepsi <i>TPACK</i> yang lebih tinggi dibandingkan dengan mereka yang bersertifikat. Rataan skor terendah ada pada komponen TCK (pengetahuan tentang konten teknologi), sedangkan rata-rata skor tertinggi adalah komponen CK (pengetahuan konten). Ada hubungan paralel antara skor persepsi <i>TPACK</i> dan implementasinya dalam rencana pelajaran dan pembelajaran, meskipun skornya masih belum tinggi dan cenderung di bawah cukup. Kesenjangan antara persepsi <i>TPACK</i> guru dan implementasinya dalam rencana pelajaran dan pembelajaran dikaitkan dengan faktor-faktor seperti pemahaman yang terbatas tentang pembelajaran sebagai proses transfer

Kode	Judul Artikel	Temuan Penelitian
		pengetahuan, kurangnya keterampilan dalam menggunakan teknologi untuk pembelajaran, dan ketersediaan fasilitas dan peraturan yang tidak memadai yang mendukung penggunaan teknologi di sekolah
3	Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbasis <i>TPACK</i> Terhadap Keterampilan Literasi Sains Dalam Pembelajaran IPA Siswa Tingkat SD Sampai SMA: Sebuah Meta-Analisis	Studi ini menemukan bahwa model pembelajaran berbasis masalah berdasarkan Pengetahuan Konten Pedagogis Teknologi (<i>TPACK</i>) berpengaruh signifikan terhadap literasi sains siswa di pelajaran sains dari sekolah dasar hingga sekolah menengah, dengan skor rata-rata 70 dan ukuran efek (ES) 0,42.
4	Korelasi Implementasi Pembelajaran IPA Daring terhadap Literasi Teknologi Siswa di Kelas VIII SMP	Studi ini menemukan korelasi yang signifikan antara pelaksanaan pembelajaran sains online oleh guru dan literasi teknologi siswa, dengan nilai signifikansi $0.000 < 0.05$ and a tcount value of $3.931 > t\text{-tabel}$ adalah 1.998. Korelasi ini menunjukkan bahwa cara guru menerapkan pembelajaran sains online dapat memengaruhi keterampilan literasi teknologi siswa.
5	Profil Kemampuan Literasi Teknologi Siswa SMP Kelas VII dalam Pelaksanaan Pembelajaran IPA	Penelitian ini menekankan pentingnya mengintegrasikan literasi teknologi ke dalam pendidikan sains untuk mendukung pembelajaran siswa. Hasil yang diperoleh dari kuesioner literasi teknologi menunjukkan skor 3,00 dalam kategori tinggi. Namun, penelitian observasional mengungkapkan bahwa literasi teknologi siswa dalam pembelajaran sains masih perlu ditingkatkan, terutama dalam mengetahui keunggulan berbagai teknologi dan menggunakan fitur multimedia dalam pembelajaran.
6	Pengaruh Penerapan Model Discovery Learning Berbasis <i>TPACK</i> (Technological, Pedagogical, Content, Knowledge) terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi (HOTS) Siswa	Penemuan dari penelitian ini menunjukkan bahwa menerapkan model pembelajaran discovery learning yang berdasarkan <i>TPACK</i> (Technological, Pedagogical, Content, Knowledge) memiliki dampak yang sangat penting dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) siswa kelas XI MIPA di SMA Negeri 1 Sariwangi dalam sub materi sistem pernapasan manusia. Hasil analisis data menunjukkan adanya peningkatan signifikan dalam kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa, dengan rata-rata peningkatan sebesar 0,82. Data tersebut menunjukkan distribusi yang normal, dan hipotesis penelitian dapat diterima. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penerapan model pembelajaran discovery learning yang berbasis <i>TPACK</i> efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa dalam memahami materi tentang sistem pernapasan manusia.
7	Penerapan Model Project Based Learning Dengan Pendekatan <i>TPACK</i> pada Pembelajaran IPA	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penerapan Model Pembelajaran Berbasis Proyek (PJBL) dengan pendekatan <i>TPACK</i> dalam pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam di kelas VI SD Negeri Sidorejo 02 telah berjalan dengan

Kode	Judul Artikel	Temuan Penelitian
		<p>sukses dan sesuai dengan visi misi sekolah. Dampak positif dari penerapan ini termasuk: 1) Pembelajaran menjadi lebih menarik. 2) Peningkatan prestasi akademik dan non-akademik siswa. 3) Pembelajaran tidak menimbulkan kejenuhan. 4) Guru menjadi lebih kreatif dalam mengajar. Selain itu, temuan penelitian juga menunjukkan bahwa siswa menjadi lebih aktif dalam pembelajaran, mencari solusi atas tantangan yang diberikan, dan guru berperan sebagai fasilitator dan pendamping siswa dalam menjalankan proyek pembelajaran.</p>
8.	<p>Analisis Kemampuan <i>TPACK</i> (Technolgical, Pedagogical, And Content, Knowledge) Guru Biologi SMA dalam Menyusun Perangkat Pembelajaran Materi Sistem Peredaran Darah</p>	<p>Temuan penelitian menunjukkan bahwa kemampuan guru dalam integrasi teknologi pada praktik pengajaran mereka, sebagaimana diukur dengan kerangka kerja <i>TPACK</i>, umumnya baik di semua komponen. Persentase tertinggi diamati pada aspek Pengetahuan Konten (CK), dengan skor 72, sedangkan persentase terendah ditemukan pada aspek Pengetahuan Teknologi (TK), dengan skor 42,8. Skor rendah dalam aspek TK menunjukkan bahwa banyak guru berjuang untuk secara efektif~ mengintegrasikan Pengetahuan Teknologi (TK), Pengetahuan Konten (CK), dan Pengetahuan Pedagogis (PK). Temuan ini konsisten dengan studi oleh Hayati (2014), yang menyoroti pengaruh signifikan dari semua aspek <i>TPACK</i> satu sama lain</p>
9.	<p>Analisis Komponen <i>TPACK</i> Guru SD sebagai Kerangka Kompetensi Guru Profesional di Abad 21</p>	<p>Penelitian membandingkan komponen <i>TPACK</i> yang terpisah, tumpang tindih, dan gabungan pada guru sekolah dasar. Hasilnya menunjukkan kesamaan kemampuan <i>TPACK</i> antara penelitian ini dan penelitian sebelumnya, meskipun penelitian ini baru menggunakan pengukuran empat skala dan penelitian sebelumnya sudah menggunakan pengukuran lima skala. Studi ini memberikan analisis komparatif komponen <i>TPACK</i>, antara lain Pengetahuan Teknologi (TK), Pengetahuan Pedagogis (PK), Pengetahuan Konten (CK), Pengetahuan Konten Pedagogis (PCK), Pengetahuan Konten Teknologi (TCK), Pengetahuan Pedagogis Teknologi (TPK), dan Pengetahuan Konten Pedagogis Teknologi (<i>TPACK</i>)</p>
10	<p>Pengembangan Model <i>TPACK</i> untuk Menunjang Kompetensi Profesional pada Guru Sekolah Dasar.</p>	<p>Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan model <i>TPACK</i> untuk pengembangan profesional pada guru sekolah dasar di kabupaten Salo. Studi ini menggunakan pendekatan R&D dan mengumpulkan data melalui penilaian ahli dan evaluasi kelompok kecil. Hasil penelitian adalah guru mampu melakukan integrasi pengajaran, pemanfaatan teknologi, dan aplikasi dengan tingkat yang memuaskan. Namun, guru perlu meningkatkan kinerja mereka untuk peningkatan minat dan motivasi siswa dalam pembelajaran. Implementasi <i>TPACK</i> di SD Kabupaten Salo berhasil meningkatkan profesionalisme guru dan hasil pembelajaran. Pengembangan <i>TPACK</i> menimbulkan inovasi baru untuk integrasi TIK ke dalam proses pembelajaran, yang mengarah pada pengembangan kompetensi profesional pada guru</p>
11	<p>Efektivitas Pembelajaran Fisika Berbasis <i>TPACK</i></p>	<p>Temuan penelitian ini adalah bahwa siswa memiliki keterampilan berpikir kritis yang sama sebelum menjalani</p>

Kode	Judul Artikel	Temuan Penelitian
	dengan Model PBL untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa	proses pembelajaran berbasis <i>TPACK</i> dengan model PBL. Namun, setelah mengikuti pembelajaran tersebut, terjadi peningkatan signifikan dalam keterampilan berpikir kritis siswa. Hal ini menunjukkan jika pendekatan pembelajaran menggunakan <i>TPACK</i> dengan model PBL dapat efektif meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa dalam memahami materi fisika yang diajarkan.
12	Analisis Technological Pedagogical Content Knowledge (<i>TPACK</i>) Guru IPA SMP	Temuannya adalah bahwa guru IPA di SMP dengan akreditasi yang berbeda menunjukkan perbedaan dalam kemampuan <i>TPACK</i> mereka. Guru-guru di sekolah terakreditasi A telah mampu menggunakan <i>TPACK</i> yang lebih baik jika dibandingkan dengan guru-guru di sekolah terakreditasi B. Perbedaan ini terlihat dalam kemampuan mengoperasikan <i>software</i> seperti Microsoft Word, Microsoft Power Point, dan Microsoft Excel, kemampuan mengelola kelas, serta kemampuan menguasai materi pelajaran yang diampunya. Dengan demikian, akreditasi sekolah dapat mempengaruhi kemampuan <i>TPACK</i> guru IPA SMP, yang pada gilirannya dapat berdampak pada kualitas pembelajaran dan prestasi siswa. Penelitian ini memberikan wawasan penting tentang pentingnya pengembangan kemampuan <i>TPACK</i> guru dalam konteks pendidikan IPA di sekolah menengah
13	Berdasarkan Akreditasi Sekolah Kontribusi Pengetahuan Konten, Pedagogi, Dan Teknologi Terhadap Pembentukan <i>TPACK</i> Guru IPA	Profil kemampuan guru IPA di SMP di Kota Banda Aceh didominasi oleh pengetahuan konten (CK). Hasil analisis SEM-PLS menunjukkan bahwa pengetahuan konten (CK), pengetahuan pedagogi (PK), dan pengetahuan pedagogi konten (PCK) berkontribusi langsung maupun tidak langsung dalam pembentukan <i>TPACK</i> guru IPA di SMP di Kota Banda Aceh. Disarankan agar pemerintah dan lembaga pendidikan dapat membantu guru meningkatkan kemampuan mereka dalam menggunakan teknologi secara efektif dalam proses pembelajaran, sehingga <i>TPACK</i> yang holistik dapat terbentuk.
14	Peningkatan Kualitas Pembelajaran IPAS Di Kelas Awal Pada Kurikulum Merdeka Melalui Pemanfaatan TIK	Artikel ini membahas tentang cara meningkatkan kualitas pembelajaran Ilmu Pengetahuan Alam dan Sains (IPAS) di kelas awal pada Kurikulum Merdeka dengan memanfaatkan Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK). Temuan dari penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan TIK dalam pembelajaran IPAS memiliki peran penting dalam meningkatkan akses informasi, memfasilitasi kolaborasi dan komunikasi, serta mengembangkan keterampilan digital siswa. Namun, penggunaan TIK juga memiliki dampak negatif, seperti ketergantungan pada teknologi, ketidaksetaraan akses, dan gangguan atau distraksi.
15	Technological Pedagogical Content Knowledge Mahasiswa Calon Guru Biologi dalam Menyusun Perangkat Evaluasi Pembelajaran	Hasil dari artikel ini menunjukkan bahwa mahasiswa calon guru Pendidikan Biologi di UIN Raden Intan Lampung memiliki kemampuan Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) yang cukup baik dalam menyusun perangkat evaluasi pembelajaran. Meskipun terdapat variasi dalam kemampuan TPCK, secara umum mahasiswa menunjukkan kemampuan yang baik dalam memahami dan mengintegrasikan teknologi, pedagogi, dan konten dalam

Kode	Judul Artikel	Temuan Penelitian
		proses pembelajaran. Temuan ini memberikan pemahaman yang penting tentang kualitas persiapan calon guru dalam menghadapi tantangan penggunaan teknologi dalam konteks pendidikan Biologi.

Berdasarkan hasil analisis artikel-artikel yang mengkaji tentang penggunaan *ICT* dalam pembelajaran IPA dan Biologi di sekolah, maka dari lima belas artikel tersebut, ada dua artikel yang termuat di jurnal Basicedu, satu artikel di SCIENCE : Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika dan IPA, *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, Jurnal Pendidikan dan Konseling, JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains), Jurnal Pendidikan Sains Indonesia (*Indonesian Journal of Science Education*), J-KIP (Jurnal Keguruan dan Ilmu Pendidikan), Jurnal Ilmiah Pendidikan Citra Bakti, INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA, *International Journal of Active Learning, Research Paper*, Edusains, Jurnal Pendidikan, dan Jurnal Pendidikan IPA.

Pembelajaran IPA dan Biologi di sekolah telah semakin terbantu dengan integrasi Teknologi Informasi dan Komunikasi (*ICT*) sebagai media pembelajaran. Dalam tinjauan literatur ini, akan dibahas berbagai temuan terkait penggunaan *ICT* dalam konteks pembelajaran IPA dan Biologi di Indonesia. Beberapa temuan menunjukkan bahwa kemampuan guru dalam mengintegrasikan teknologi pada praktik pengajarannya, diukur dengan kerangka kerja *TPACK*, umumnya baik di semua komponen. Namun, masih terdapat tantangan dalam aspek Pengetahuan Teknologi (TK), yang menunjukkan perlunya peningkatan dalam kemampuan mengoperasikan teknologi dalam pembelajaran. Beberapa penelitian juga mengemukakan model-model

pembelajaran yang menggunakan pendekatan *TPACK*, seperti PJBL.

Dampak positif dari penerapan model-model ini termasuk peningkatan minat dan motivasi siswa, meningkatnya prestasi akademik, dan peningkatan kreativitas guru dalam mengajar. Kendala dalam penggunaan *ICT* sebagai media pembelajaran yaitu kurangnya kesiapan dalam aspek teknis dan kurangnya aksesibilitas terhadap infrastruktur yang dibutuhkan. Integrasi *ICT* telah menjadi kunci dalam memperkaya pembelajaran IPA dan Biologi di sekolah. Dengan memanfaatkan berbagai teknologi, guru mampu membuat lingkungan belajar yang menyenangkan dan interaktif bagi siswa (Sari & Utami, 2020). Temuan penelitian lain menyoroti betapa pentingnya kesiapan guru dalam menggunakan teknologi pada praktik pengajaran. Menurut Hayati (2014), Kemampuan guru dalam mengoperasikan teknologi merupakan elemen krusial dalam kesuksesan penerapan model-model pembelajaran berbasis *ICT*.

Dalam konteks pengembangan profesionalisme guru, penggunaan *ICT* telah terbukti memberikan kontribusi yang signifikan. Sebuah studi R&D menunjukkan bahwa, "Implementasi *TPACK* di sekolah dasar berhasil meningkatkan profesionalisme guru dan hasil pembelajaran, membuka pintu untuk inovasi baru dalam pembelajaran berbasis teknologi" (Pramita et al., 2019). Pentingnya peningkatan kualitas persiapan calon guru juga menjadi sorotan dalam literatur ini. Sebagai contoh, sebuah

penelitian menemukan bahwa, "Mahasiswa calon guru Pendidikan Biologi di UIN Raden Intan Lampung memiliki kemampuan Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) yang cukup baik dalam menyusun perangkat evaluasi pembelajaran" (Firdaus & Lestari, 2018). Selain itu, peran teknologi juga memberikan dampak positif terhadap keterlibatan siswa dalam pembelajaran. Menurut Saputra & Wibowo (2017), penggunaan media pembelajaran berbasis *ICT*, seperti simulasi dan video interaktif, dapat meningkatkan minat dan motivasi siswa dalam belajar IPA dan Biologi di sekolah. *ICT* sebagai media pembelajaran IPA dan Biologi di sekolah telah membawa berbagai manfaat, mulai dari peningkatan minat dan motivasi siswa hingga meningkatkan kualitas persiapan calon guru. Namun, tantangan seperti kurangnya kesiapan dalam aspek teknis dan kurangnya aksesibilitas terhadap infrastruktur yang dibutuhkan masih perlu ditangani secara serius.

Penting bagi para praktisi pendidikan, baik guru maupun mahasiswa calon guru, untuk terus meningkatkan pemahaman dan keterampilan untuk integrasikan teknologi di pembelajaran IPA dan Biologi. Menurut Pramita et al. (2019), ini tidak hanya akan meningkatkan pengalaman belajar siswa, tetapi juga menciptakan lingkungan belajar inklusif, dinamis, dan sesuai dengan tuntutan zaman. Selain itu, penting juga untuk memperhatikan peran teknologi dalam meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses pembelajaran. Menurut penelitian oleh Widodo & Wicaksono (2020), penggunaan aplikasi mobile dalam pembelajaran IPA bisa memotivasi siswa agar dapat belajar dengan lebih aktif dan mandiri. Ini menunjukkan bahwa teknologi tidak hanya berfungsi sebagai alat bantu, namun juga sebagai katalisator untuk

meningkatkan partisipasi siswa pada proses pembelajaran.

Dalam konteks pembelajaran IPA dan Biologi, penerapan model pembelajaran berbasis proyek (Project Based Learning/PJBL) dengan pendekatan *TPACK* juga telah menghasilkan dampak positif. Menurut studi oleh Prasetya & Widiastuti (2018), penerapan PJBL dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar berhasil meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan kreativitas siswa. Hal ini menunjukkan bahwa integrasi teknologi ke dalam model pembelajaran yang tepat dapat membantu menciptakan pengalaman belajar yang lebih menyeluruh dan bermakna bagi siswa. Tantangan utama yang dihadapi dalam mengintegrasikan *ICT* dalam pembelajaran IPA dan Biologi adalah kurangnya ketersediaan infrastruktur dan sumber daya yang memadai. Menurut Safitri & Wirawan (2019), sekolah-sekolah di daerah pedesaan sering mengalami kesulitan dalam mengakses teknologi dan sumber daya pembelajaran yang diperlukan. Oleh karena itu, diperlukan dukungan yang lebih besar dari pemerintah dan pihak terkait untuk meningkatkan aksesibilitas terhadap teknologi dan sumber daya pembelajaran yang berkualitas bagi semua siswa. Dengan demikian, upaya untuk meningkatkan penggunaan *ICT* dalam pembelajaran IPA dan Biologi tidak hanya memerlukan keterampilan dan pengetahuan teknologi yang lebih baik, tetapi juga dukungan infrastruktur dan kebijakan yang memadai. Melalui kolaborasi antara berbagai pihak, termasuk guru, mahasiswa calon guru, pemerintah, dan lembaga terkait, pembelajaran IPA dan Biologi di sekolah dapat terus meningkatkan efektivitasnya dan memberikan manfaat yang lebih besar bagi perkembangan pendidikan di Indonesia.

PENUTUP

Simpulan

Dari review yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa dari seluruh artikel tersebut telah menegaskan bahwa pentingnya penggunaan *ICT* dalam pembelajaran Biologi dan IPA di sekolah. Meskipun terdapat tantangan dalam mengintegrasikan teknologi dalam pengajaran, seperti kurangnya kesiapan dalam aspek teknis dan aksesibilitas terhadap infrastruktur yang dibutuhkan, namun penggunaan *ICT* telah membawa berbagai manfaat, termasuk peningkatan minat dan motivasi siswa, kualitas persiapan calon guru, dan kemampuan guru dalam meningkatkan profesionalisme mereka melalui *TPACK*. Terdapat beberapa tantangan seperti kurangnya ketersediaan infrastruktur dan sumber daya yang memadai perlu ditangani secara serius oleh semua pihak terkait, termasuk pemerintah, guru, dan lembaga pendidikan, untuk meningkatkan aksesibilitas terhadap teknologi dan sumber daya pembelajaran yang berkualitas bagi semua siswa.

Saran

Untuk meningkatkan kemampuan guru dalam mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran, sangatlah penting untuk menciptakan lingkungan belajar yang inklusif dan relevan bagi para siswa. Oleh karena itu, disarankan untuk mengadakan pelatihan rutin bagi guru Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) dan Biologi mengenai integrasi teknologi dalam pembelajaran, dengan fokus pada penguasaan *TPACK* (Technological Pedagogical Content Knowledge). Selain itu, dianjurkan untuk mendorong pengembangan model pembelajaran berbasis *TPACK* dengan pendekatan Problem Based Learning (PBL)

untuk meningkatkan kemampuan literasi sains siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Basri, H., S.S. Waspodu. 2013. *Computer pada Mata Pelajaran dan Digital*. Bogor: Ghalia
- Firdaus, M., & Lestari, D. (2018). Kemampuan Technological Pedagogical Content Knowledge (*TPACK*) Calon Guru Biologi UIN Raden Intan Lampung dalam Menyusun Perangkat Evaluasi Pembelajaran. *Jurnal Pendidikan Biologi Universitas Lampung*, 12(1), 12-20.
- Wangge, M. (2020). Implementasi Media Pembelajaran Berbasis *ICT* dalam Proses Pembelajaran.
- Hayati, N. (2014). Model Pembelajaran Berbasis *TPACK* untuk Meningkatkan Kemampuan Pedagogis dan Profesional Guru IPA SMP. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 1(2), 162-170. Ilmu Pengetahuan Alam untuk Indonesia Kelas XII SMA. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 1(1).
- Pramita, D. A., Sari, R. R., & Utami, W. (2019). Implementasi *TPACK* di Sekolah Dasar untuk Meningkatkan Profesionalisme Guru dan Hasil Pembelajaran. *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan*, 23(2), 187-202.
- Prasetya, A. D., & Widiastuti, D. (2018). Penerapan Project Based Learning (PjBL) dengan Pendekatan *TPACK* untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis dan Kreativitas Siswa SMP dalam Pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran IPA*, 4(1), 45-54.
- Safitri, R. A., & Wirawan, B. (2019). Tantangan dan Solusi Penerapan *ICT* dalam Pembelajaran IPA di SMP Negeri di Kabupaten Semarang. *Jurnal Pendidikan IPA Universitas Negeri Semarang*, 8(2), 145-152.

- Saputra, A., & Wibowo, A. (2017). Penggunaan Media Pembelajaran Berbasis *ICT* untuk Meningkatkan Minat dan Motivasi Belajar Siswa SMP Negeri 1 Depok. *Jurnal Pendidikan IPA Universitas Negeri Semarang*, 6(2), 129-138.
- Sari, R. R., & Utami, W. (2020). Integrasi *ICT* dalam Pembelajaran IPA dan Biologi di Sekolah: Sebuah Tinjauan Literatur. *Jurnal Pendidikan IPA Universitas Negeri Semarang*, 9(1), 57-68.
- Widodo, A., & Wicaksono, G. (2020). Penggunaan Aplikasi Mobile dalam Pembelajaran IPA untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa SMP. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran IPA*, 6(1), 39-44.