



Kompetensi *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) Guru IPA dalam Pembelajaran di Kelas: *A Systematic Literatur Review*

Abdul Latip^{1),*}, Devie Febriansari²⁾, Alifianita Anake Yansri³⁾, Annisa Mustika Pertiwi⁴⁾, Mona Anju Sansena⁵⁾

¹⁾Universitas Garut

²⁾Universitas Sebelas Maret

³⁾Universitas Pendidikan Mandalika

⁴⁾Institut Teknologi Bandung

⁵⁾Universitas Indraprasta PGRI

*Corresponding Author: abdullatip@uniga.ac.id

Abstrak: Perkembangan digitalisasi menjadikan teknologi semakin diperlukan dalam pembelajaran IPA, namun demikian kehadiran teknologi ini perlu diimbangi dengan kompetensi Guru IPA. Kompetensi yang harus dimiliki oleh guru IPA salah satunya yaitu kompetensi *Technological, Pedagogical, Content Knowledge* (TPACK). Penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis dan kajian secara literatur mengenai kompetensi TPACK guru IPA dalam pembelajaran di kelas. Penelitian ini menggunakan *systematic literatur review* (SLR) dengan sumber data primer berasal dari berbagai hasil penelitian dengan tema TPACK pada guru IPA. Pada proses SLR terdapat empat tahapan utama, yaitu *clasification and approach, search and select, analyzis, and report*. Pada SLR ini fokus utama mengkaji kompetensi TPACK pada guru IPA dari 30 artikel yang sudah diseleksi sesuai kriteria dan kebutuhan penelitian. Hasil SLR menunjukkan bahwa kompetensi TPACK yang diukur pada guru IPA dalam berbagai penelitian meliputi tujuh aspek, yaitu pengetahuan teknologi (TK), pengetahuan konten (CK), pengetahuan pedagogi (PK), pengetahuan teknologi dan konten (TCK), pengetahuan teknologi dan pedagogi (TPK), pengetahuan pedagogi dan konten (PCK), dan pengetahuan terintegrasi antara konten, teknologi, dan pedagogi secara komprehensif (TPACK). Hasil penelitian menunjukkan bahwa TPACK guru IPA memiliki kategori yang berbeda, mulai dari kurang, cukup, baik sampai sangat baik. Perbedaan ini memberi gambaran bahwa kompetensi TPACK guru IPA masih perlu pengembangan dan peningkatan melalui program dan aktivitas yang terencana dalam mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik kurikulum serta siswa.

Kata Kunci: Kompetensi; TPACK; Guru IPA

PENDAHULUAN

Pada era saat ini, teknologi menjadi bagian penting dalam proses pembelajaran yang memiliki peran tidak hanya sebagai alat yang membantu selama pembelajaran di kelas, tetapi juga menjadi sarana dalam menyesuaikan tantangan zaman. Pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran menjadi isu yang dikaji dalam beberapa tahun terakhir karena memiliki potensi menghadirkan dan memfasilitasi pembelajaran yang lebih baik dan berkualitas (Aydin et al., 2016). Kehadiran teknologi dalam pembelajaran mendorong pengembangan model integrasi teknologi yang dapat menyesuaikan dengan karakteristik peserta didik dan konten pembelajaran (Fanani, 2023; Keser et al., 2015). Lebih lanjut, integrasi teknologi dalam pembelajaran tidak sekedar penggunaan teknologi secara praktis dalam pembelajaran, namun juga harus memperhatikan kesesuaian dan kebermaknaan teknologi agar tercipta pembelajaran yang bermakna (Latip et al., 2023). Dengan demikian, dalam integrasi teknologi dalam pembelajaran perlu memperhatikan aspek lain, yaitu aspek pedagogi dan aspek konten.

Kemampuan guru dalam mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran dengan memperhatikan aspek pedagogi dan aspek konten perlu memperhatikan framework TPACK (*Technological, Pedagogical, Content Knowledge*). Framework TPACK memiliki peran penting dalam mencapai proses pembelajaran yang efektif dengan menggunakan teknologi dan menerapkan strategi yang tepat dalam proses pembelajaran (Latip et al., 2023; Liunokas et al., 2021). Lebih lanjut, TPACK menekankan hubungan antara teknologi, konten kurikulum,

dan pendekatan pedagogi yang secara spesifik menunjukkan pemahaman guru interaksi teknologi, kurikulum dan pedagogi dalam pembelajaran berbasis teknologi (Aydm et al., 2016). Namun demikian, framework TPACK ini belum sepenuhnya dipahami dan dimiliki oleh sebagian besar guru (McKenney & Voogt, 2017). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa kompetensi guru masih perlu ditingkatkan, baik dalam pengetahuan konten teknologi (TCK) maupun pengetahuan pedagogi teknologi (PCK).

Lebih spesifik pada guru IPA, kompetensi TPACK diperlukan untuk menghadirkan pembelajaran IPA yang bermakna. Pembelajaran IPA dengan integrasi teknologi dapat membantu perkembangan literasi sains pada seorang siswa (Ploj Virtič, 2022). Integrasi teknologi dalam pembelajaran IPA juga dapat membantu siswa terlibat secara aktif dalam perolehan pengetahuan ilmiah, pengembangan hakikat sains, dan proses inkuiri (Guzey & Roehrig, 2009). Namun demikian, hasil beberapa penelitian menunjukkan bahwa guru IPA masih mengalami beberapa kendala dalam integrasi teknologi: rendahnya kemampuan integrasi teknologi dalam pembelajaran IPA dan kurangnya teknologi yang digunakan dalam pembelajaran IPA (Nuraisyah & Nurjannah, 2023; Sastria, 2023). Selain itu, guru IPA juga mengalami kelemahan dalam menghubungkan pengetahuan konten (CK), pengetahuan pedagogi (PK), serta pengetahuan teknologi (TK) sehingga membentuk kompetensi TPACK (Stinken-Rösner et al., 2023). Hasil tersebut menunjukkan bahwa guru IPA masih perlu meningkatkan kompetensi TPACK untuk menghadirkan pembelajaran IPA yang efektif dan bermakna.

Pada artikel ini dilakukan kajian literatur secara *systematic literature review* (SLR) untuk memetakan kompetensi TPACK guru IPA dalam pembelajaran. Penelitian tentang profil dan asesmen kompetensi TPACK guru IPA sudah dikembangkan dalam beberapa tahun ini. Untuk mengetahui kompetensi TPACK pada guru IPA pada beberapa penelitian tersebut, maka SLR ini bertujuan melakukan review untuk memperoleh gambaran mengenai dua hal, yaitu 1) pemetaan kompetensi TPACK guru IPA dalam pembelajaran di kelas, dan 2) pemetaan mengenai dampak kompetensi TPACK guru IPA dalam pembelajaran IPA, baik untuk proses pembelajaran maupun terhadap kompetensi siswa.

METODE

Systematic Literature Review (SLR) digunakan dalam penelitian ini dengan menggunakan empat tahapan utama, yaitu Penelitian ini menggunakan *systematic literature review* (SLR) dengan 4 tahapan utama, yaitu *clasification and approach, search and select, analyze and interpret, dan draft report* (Martín-Páez et al., 2019). Pada tahap *clasification and approach*, peneliti melakukan penentuan tema kajian literatur review dan merumuskan masalah yang akan dikaji dalam penelitian. Tema penelitian yang akan dikaji fokus pada kompetensi TPACK guru IPA dalam pembelajaran. Untuk rumusan masalahnya terdiri atas kompetensi TPACK guru IPA dan dampaknya dalam pembelajaran IPA.

Pada tahap *search and select*, peneliti melakukan pencarian database artikel berkaitan dengan tema dengan kata kunci kompetensi TPACK guru IPA. Hasil penelusuran menggunakan *search engine publish or perish* diperoleh 150 artikel yang berkaitan dengan tema itu. Namun demikian dari 150 artikel yang dihasilkan diseleksi dengan kriteria: kesesuaian tema, kualitas tulisan, tahun terbit dan kelengkapan informasi artikel, maka diperoleh 30 artikel. Analisis pada artikel-artikel yang sudah diseleksi dilakukan dengan 2 cara, yaitu pertama, menganalisis informasi deskriptif mengenai tujuan, metode, hasil dan rekomendasi pada setiap artikel. Kedua, melakukan analisis secara mendalam pada beberapa artikel yang sangat relevan dan mendukung pada tema kajian SLR ini. Lebih lanjut, analisis secara mendalam ini dapat melihat hasil penelitian pada artikel secara komprehensif, sehingga diperoleh informasi yang valid dan berkualitas. Hasil analisis diinterpretasikan sehingga memperoleh gambaran hasil kajian mengenai kompetensi TPACK guru IPA dalam pembelajaran di kelas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kompetensi TPACK guru IPA memuat kemampuan mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran dengan memperhatikan aspek pedagogi dan konten kurikulum. Pada beberapa penelitian yang dilaksanakan, kompetensi TPACK ini didetailkan dalam indikator kompetensi TPACK. Tabel 1 menunjukkan indikator kompetensi TPACK guru IPA yang diukur pada beberapa penelitian yang sudah dilaksanakan.

Tabel 1. Infikator Kompetensi TPACK yang diukur pada Guru IPA

Nama penulis (tahun)	Kategori	Indikator kompetensi TPACK yang diukur
(Tureni et al., 2023)	Kompetensi TPACK pada salah satu kompetensi	Kompetensi TPACK yang diukur berkaitan dengan kemampuan guru IPA dalam membuat media berbasis teknologi dengan kriteria: Proporsional menggunakan lebih dari satu media pembelajaran, proporsional tetapi hanya membuat satu media pembelajaran, dan tidak proporsional
(Suyamto et al., 2020)	Kompetensi TPACK secara keseluruhan	Komptensi TPACK yang diukur terdiri atas: <i>Technological Knowledge (TK)</i> , <i>Pedagogical Knowledge (PK)</i> , <i>Content Knowledge (CK)</i> , <i>Technological Pedagogical Knowledge (TPK)</i> , <i>Pedagogical Content Knowledge (PCK)</i> dan <i>Technological Content Knowledge (TCK)</i>
(Yanti & Mawarwati, 2023)	Kompetensi TPACK pada salah satu kompetensi	Kemampuan <i>Content knowledge (CK)</i> guru diukur dengan menggunakan instrument CoRe (Content Representation) yang berisi delapan item pertanyaan
(Nasar & Daud, 2020)	Kompetensi TPACK secara keseluruhan	Komptensi TPACK yang diukur terdiri atas: <i>Technological Knowledge (TK)</i> , <i>Pedagogical Knowledge (PK)</i> , <i>Content Knowledge (CK)</i> , <i>Technological Pedagogical Knowledge (TPK)</i> , <i>Pedagogical Content Knowledge (PCK)</i> dan <i>Technological Content Knowledge (TCK)</i> , dan mengukur juga korelasi antara CK, PK, TK, TCK, PCK, TPK, dan TPACK
(Wilujeng et al., 2020)	Kompetensi TPACK pada salah satu kompetensi	Kompetensi TPACK guru IPA yang diukur terdiri atas: kemampuan merancang perangkat TPACK dan desain TPACK
(Sastria, 2023)	Kompetensi TPACK secara keseluruhan	Komptensi TPACK yang diukur terdiri atas: <i>Technological Knowledge (TK)</i> , <i>Pedagogical Knowledge (PK)</i> , <i>Content Knowledge (CK)</i> , <i>Technological Pedagogical Knowledge (TPK)</i> , <i>Pedagogical Content Knowledge (PCK)</i> dan <i>Technological Content Knowledge (TCK)</i>
(Hari et al., 2024)	Kompetensi TPACK secara keseluruhan	Komptensi TPACK yang diukur terdiri atas: <i>Technological Knowledge (TK)</i> , <i>Pedagogical Knowledge (PK)</i> , <i>Content Knowledge (CK)</i> , <i>Technological Pedagogical Knowledge (TPK)</i> , <i>Pedagogical Content Knowledge (PCK)</i> dan <i>Technological Content Knowledge (TCK)</i>
(Nevrita et al., 2020)	Kompetensi TPACK pada salah satu kompetensi	Kompetensi TPACK yang diukur terdiri atas: <i>technological knowledge (TK)</i> dan <i>pedagogical content knowledge (PCK)</i>
(Satar, 2023)	Kompetensi TPACK secara keseluruhan	<i>Content Knowledge (CK)</i> , <i>Pedagogical Knowledge (PK)</i> , <i>Technological Knowledge (TK)</i> , <i>Technological Content Knowledge (TCK)</i> , <i>Pedagogical Content Knowledge (PCK)</i> , <i>Technological Pedagogical Knowledge (TPK)</i> , dan <i>Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)</i>
(Handayani et al., 2023)	Kompetensi TPACK secara keseluruhan	TK, PK, CK, TCK, PCK, TPK, TPACK
(Yanti & Mawarwati, 2023)	Kompetensi TPACK secara keseluruhan	TK, PK, CK, TCK, PCK, TPK, TPACK
(Setyaningsih et al., 2022)	Kompetensi TPACK pada salah satu kompetensi	<i>Technological Pedagogical Knowledge</i>

Berdasarkan beberapa penelitian yang dilakukan pada tahun 2020 sampai 2024, kompetensi TPACK guru IPA yang diukur dalam berbagai penelitian secara umum melakukan pengukuran pada tujuh aspek TPACK, yaitu pengetahuan teknologi (TK), pengetahuan konten (CK), pengetahuan pedagogi (PK), pengetahuan tentang keterkaitan konten dan teknologi (TCK), pengetahuan tentang keterkaitan konten dan pedagogi (PCK), pengetahuan tentang keterkaitan teknologi dan pedagogi (TPK), dan pengetahuan tentang keterkaitan teknologi, konten, dan pedagogi secara komprehensif (TPACK).

Technological Knowledge (TK)

Pada aspek TK, pengukuran utama berkaitan dengan pengetahuan guru IPA tentang produk teknologi yang dapat diintegrasikan dalam pembelajaran di kelas, baik yang bersifat standar maupun bersifat terapan (Nasar & Daud, 2020). Lebih lanjut, kompetensi TK pada guru IPA berkaitan dengan kemampuan guru IPA dalam membuat atau menggunakan berbagai jenis alat bantu berbasis teknologi, seperti membuat serta menggunakan power point, mengetahui video dan animasi untuk pembelajaran IPA, serta mengetahui jenis media berbasis teknologi lainnya. Pada penelitian lain, aspek TK ini dijabarkan menjadi tiga kemampuan utama pada guru IPA, yaitu pemanfaatan media berbasis teknologi, mempertimbangkan pemanfaatan media berbasis teknologi, dan mendesain media berbasis teknologi (Nevrita et al., 2020).

Berkaitan dengan hasil penelitian pada aspek TK menunjukkan bahwa kompetensi TPACK aspek TK pada guru IPA masih berada pada kategori kurang dan cukup (Satar, 2023), hasil yang sama ditunjukkan pada penelitian lain yang menemukan bahwa aspek TK pada guru IPA berada pada kategori cukup (Nasar & Daud, 2020). Hasil ini menunjukkan bahwa guru IPA perlu melakukan pengembangan secara berkelanjutan dan terencana dalam aspek TK, sehingga dapat memahami desain dan jenis teknologi yang dapat digunakan dalam pembelajaran. Sementara itu, pada penelitian lain terdapat juga hasil yang menunjukkan bahwa guru IPA sudah memiliki kompetensi aspek TK dengan kategori sangat tinggi (Sastria, 2023), dan kategori sudah baik (Handayani et al., 2023). Beberapa faktor yang menjadikan kompetensi aspek TK ini sudah sangat baik dan baik, diantaranya faktor sistem pendidikan yang mengarah pada pemanfaatan media digital secara menyeluruh dalam semua proses pembelajaran, sehingga mendorong para guru IPA untuk terus mengembangkan kompetensi aspek TK secara berkelanjutan.

Pedagogical Knowledge (PK)

Pengetahuan pedagogi mengacu pada pengetahuan khusus seorang guru dalam menciptakan lingkungan belajar mengajar yang efektif bagi semua siswa (OECD, 2013). Lebih spesifik, PK berkaitan pada kemampuan guru untuk melakukan pengelolaan kelas yang efektif, penggunaan metode pembelajaran yang tepat, merancang dan melaksanakan penilaian pembelajaran, serta mengembangkan perangkat pembelajaran dalam mencapai tujuan pembelajaran yang ditetapkan oleh guru (Satar, 2023). PK sebagai dari TPACK memiliki peran penting karena akan menentukan jenis dan bentuk teknologi yang diintegrasikan dalam pembelajaran. Berkaitan dengan penelitian yang sudah dilakukan menunjukkan bahwa pada aspek PK ini sudah menunjukkan hasil yang sangat baik dan baik pada guru IPA (Handayani et al., 2023; Sastria, 2023). Hasil lain masih terdapat guru IPA yang berada pada kategori cukup untuk aspek PK ini (Satar, 2023; Suyamto et al., 2020). Aspek PK ini harus terus menjadi perhatian bagi guru IPA untuk terus dikembangkan melalui berbagai kegiatan. PK dalam pembelajaran IPA dapat berdampak pada pembelajaran yang lebih aktif bagi siswa (Auerbach & Andrews, 2018), dan berdampak juga pada motivasi siswa dalam mengikuti pembelajaran IPA di kelas (Arisandy et al., 2022).

Content Knowledge (CK)

Content knowledge (CK) merupakan aspek TPACK yang berkaitan dengan konten kurikulum yang disajikan dengan bantuan teknologi. Untuk guru IPA, maka CK ini berkaitan dengan konsep-konsep IPA yang perlu dikuasai oleh seorang guru IPA, sehingga dapat menyajikan konsep tersebut dengan bantuan teknologi secara tepat. Pada aspek CK, guru IPA tidak hanya menguasai konsep IPA saja, namun juga harus mampu memetakan isi secara mendalam dan luas (Latip et al., 2023). Pada beberapa penelitian yang melakukan pengukuran terhadap kompetensi TPACK pada aspek CK ini menunjukkan hasil bahwa CK guru IPA berada pada kategori baik dengan skor antara 70-76 (Handayani et al., 2023; Suyamto et al., 2020), hasil lain guru IPA sudah memiliki aspek CK pada TPACK yang tinggi (Nasar & Daud, 2020). Sementara itu pada penelitian lain, aspek CK pada guru IPA masih berada pada kategori rendah (Sastria, 2023; Satar, 2023).

Pada beberapa penelitian tersebut menunjukkan bahwa kompetensi TPACK untuk aspek CK pada guru IPA masih beragam, mulai dari rendah sampai tinggi. Pengetahuan tentang konten IPA dipengaruhi beberapa faktor, diantaranya tingkat kepercayaan diri guru, pengalaman guru dalam mengajar, intensitas mengikuti pelatihan dan penguatan konten IPA, kesesuaian latar belakang pendidikan guru IPA, dan kesadaran diri guru IPA dalam mengembangkan kemampuan kontennya. Faktor-faktor tersebut menjadi salah satu hal yang menjadi penyebab aspek CK pada TPACK yang terukur pada guru IPA memiliki perbedaan dan keberagaman.

Technological Content Knowledge (TCK)

TCK berkaitan dengan pengetahuan tentang keterkaitan antara teknologi dan konten. Dalam memilih dan mengembangkan teknologi dalam pembelajaran IPA, guru IPA harus melakukan analisis pemetaan materi dalam kurikulum sehingga antara materi IPA dan teknologi yang digunakan memiliki keselerasan. Hasil pemetaan terhadap beberapa penelitian menunjukkan bahwa TCK guru IPA ini masih rendah, dengan skor rata-rata 53,3% (Suyamto et al., 2020), hasil penelitian lain menunjukkan hasil yang sama dengan kategori cukup (Nasar & Daud, 2020; Satar, 2023). Hasil pada beberapa penelitian tersebut memberikan gambaran bahwa aspek TCK pada TPACK guru IPA masih perlu ditingkatkan. Secara umum, guru IPA perlu memiliki pemahaman yang tepat dalam memilih video atau media teknologi lain yang terdapat pada berbagai platform. Video atau media teknologi yang terdapat pada platform online tidak selamanya memiliki kesesuaian dengan kebutuhan dan kondisi pada setiap guru. Dengan demikian pemilihan media berbasis teknologi harus secara tepat sesuai dengan konten yang terdapat pada kurikulum.

Technological Pedagogical Knowledge (TPK)

TPK menekankan pentingnya integrasi teknologi dibarengi dengan aspek pedagogi. Guru IPA harus mampu menentukan dan mengembangkan teknologi yang tepat untuk proses pembelajaran, hal ini karena teknologi yang digunakan pada awal pembelajaran, kegiatan inti, dan kegiatan penutup akan memiliki karakteristik yang berbeda. Selain itu, penggunaan teknologi juga harus disesuaikan dengan kebutuhan pembelajaran, sehingga integrasi teknologi akan tepat secara karakteristik siswa dan tepat dengan strategi pembelajaran yang digunakan oleh guru. Hasil beberapa penelitian mengenai aspek TPK pada TPACK menunjukkan bahwa guru IPA berada pada kategori cukup dengan rata-rata 62,3 (Suyamto et al., 2020), dan kategori sangat rendah dengan skor 16,66 (Setyaningsih et al., 2022). Sementara itu pada penelitian lain menunjukkan bahwa kompetensi TPK antara guru IPA laki-laki dan perempuan memiliki perbedaan, guru IPA laki-laki memiliki skor TPK yang lebih tinggi daripada perempuan (Nasar & Daud, 2020). Pada penelitian lain, hasil penelitian menunjukkan bahwa aspek TPK pada guru IPA menunjukkan berada pada kategori kurang dan cukup (Satar, 2023). Pada penelitian lain juga terdapat hasil penelitian yang menunjukkan bahwa guru IPA memiliki kompetensi TPK yang berada pada kategori baik (Handayani et al., 2023). Hasil penelitian yang menunjukkan bahwa guru IPA memiliki kemampuan TPK yang berbeda tersebut memberikan gambaran bahwa masih perlu adanya pengembangan kompetensi TPK secara berkelanjutan dan terencana melalui program insidental dan rutin.

Pedagogical Content Knowledge (PCK)

PCK berkaitan dengan kompetensi guru dalam menghadirkan pembelajaran dengan strategi yang tepat sesuai dengan karakteristik konten kurikulum. Konten IPA memiliki karakteristik yang khas dan berbeda dengan mata pelajaran lain, maka guru IPA perlu memahami hal itu untuk menentukan strategi pembelajaran yang tepat. Karakteristik materi IPA yang abstrak dan yang konkret akan berdampak pada perbedaan strategi dan media pembelajaran yang digunakan. Hasil beberapa penelitian mengenai kompetensi PCK pada guru IPA menunjukkan bahwa kompetensi PCK guru IPA berada pada kategori rendah dengan skor 53,3 (Suyamto et al., 2020). Hasil penelitian lain menunjukkan bahwa guru IPA memiliki kompetensi PCK yang baik (Handayani et al., 2023; Nasar & Daud, 2020). Untuk memperkuat kompetensi PCK pada guru IPA ini dapat dilaksanakan melalui berbagai program, seperti pelatihan, observasi kelas, pengembangan media, strategi, model, dan bahan ajar melalui kegiatan forum guru IPA (Suharto et al., 2022).

Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK)

TPACK merupakan kompetensi menyeluruh yang menggambarkan kemampuan guru dalam mengemas keterkaitan antara aspek teknologi, pedagogi, dan konten. Dengan kompetensi TPACK, guru dapat mengembangkan dan menggunakan teknologi dalam pembelajaran sesuai kebutuhan kurikulum dan sesuai

dengan karakteristik siswa. Kompetensi TPACK bagi guru IPA merupakan kompetensi penting dalam menghadapi tantangan global. Seperti isu revolusi industri 5.0, *education for sustainable development* (ESD), dan isu global lainnya (Latip et al., 2023). Berkaitan dengan kompetensi TPACK guru IPA, hasil beberapa penelitian menunjukkan bahwa TPACK guru IPA berada pada kategori sedang (Yanti & Mawarwati, 2023), hal ini ditunjukkan dari kemampuan guru dalam merancang pembelajaran dengan menggunakan teknologi yang sesuai, namun perlu penguatan dan peningkatan. Lebih lanjut, penelitian lain menunjukkan bahwa kompetensi TPACK guru IPA masih kurang, hal ini ditunjukkan dari masih lemahnya kemampuan guru dalam memilih dan menentukan strategi pembelajaran dan teknologi untuk menghadirkan kegiatan pembelajaran yang sesuai kebutuhan siswa (Satar, 2023).

Pada penelitian lain diperoleh hasil bahwa guru IPA memiliki kompetensi TPACK yang berada pada kategori cukup (Nasar & Daud, 2020), penelitian lain menunjukkan bahwa kompetensi TPACK guru IPA berada pada kategori sudah baik dengan ditunjukkan kemampuan dalam melaksanakan proses pembelajaran dengan model, metode, dan integrasi teknologi yang tepat (Handayani et al., 2023). Perbedaan kompetensi TPACK pada guru IPA ini menggambarkan bahwa kompetensi tersebut dipengaruhi berbagai faktor, termasuk faktor demografi (Auerbach & Andrews, 2018), aktivitas keseharian guru (Stinken-Rösner et al., 2023), pengalaman dan masa bakti sebagai guru, dan lingkungan sekitar guru. Untuk meningkatkan dan mengembangkan kompetensi TPACK pada guru IPA, maka semua pihak harus mengambil tindakan nyata secara berkesinambungan. Pemerintah perlu menyiapkan program secara berkala dan terencana untuk pengembangan TPACK, sekolah dan lembaga pendidikan lain diharapkan mampu memfasilitasi para guru dengan kegiatan yang mengarah pada integrasi teknologi, pedagogi, dan konten. Guru juga harus memiliki kesadaran dalam mengembangkan TPACK ini dengan belajar secara mandiri dan terus berupaya mengenal media berbasis teknologi secara bertahap.

SIMPULAN

Kompetensi TPACK merupakan kompetensi komprehensif yang perlu dimiliki oleh guru dalam rangka mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran dengan memperhatikan konten kurikulum dengan strategi pembelajaran yang tepat sesuai kondisi serta kebutuhan para siswa. Hasil systematic literatur review (SLR) menunjukkan bahwa kompetensi TPACK yang diukur meliputi tujuh aspek, yaitu pengetahuan teknologi (TK), pengetahuan konten (CK), pengetahuan pedagogi (PK), pengetahuan teknologi dan konten (TCK), pengetahuan teknologi dan pedagogi (TPK), pengetahuan pedagogi dan konten (PCK), dan pengetahuan terintegrasi antara konten, teknologi, dan pedagogi secara komprehensif (TPACK). Pada beberapa penelitian ditunjukkan bahwa kompetensi TPACK pada guru IPA untuk tujuh aspek tersebut memiliki perbedaan mulai dari kategori rendah, cukup, sampai pada baik. Perbedaan kompetensi TPACK pada guru IPA ini disebabkan beberapa faktor, yaitu pengalaman dan efikasi diri, rasa percaya diri, intensitas berinteraksi dengan teknologi, dan demografi para guru. Perbedaan kompetensi TPACK pada guru IPA ini perlu ditingkatkan oleh semua pihak, baik pemerintah, sekolah, maupun guru IPA sendiri.

Daftar Pustaka

- Arisandy, D., Murni, P., & Nazarudin. (2022). Kemampuan Pedagogical Knowledge Guru IPA Dalam Memotivasi Belajar Siswa Kelas IX SMPN 17 Kota Jambi. *PENDIPA Journal of Science Education*, 6(3), 682–687. <https://doi.org/10.33369/pendipa.6.3.682-687>
- Auerbach, A. J. J., & Andrews, T. C. (2018). Pedagogical knowledge for active-learning instruction in large undergraduate biology courses: a large-scale qualitative investigation of instructor thinking. *International Journal of STEM Education*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0112-9>
- Aydın, G. Ç., Evren, E., Atakan, İ., Şen, M., Yılmaz, B., Pirgon, E., Yeşilyurt, E., Akilloğlu, F. Ç., & Ebrin, E. (2016). Delphi technique as a graduate course activity: Elementary science teachers' TPACK competencies. *SHS Web of Conferences*, 26, 01135. <https://doi.org/10.1051/shsconf/20162601135>
- Fanani, M. A. (2023). The Urgency of Facilities and Infrastructure in Improving the Quality of High School Education. *Journal of Insan Mulia Education*, 1(2), 38–44. <https://doi.org/10.59923/joinme.v1i2.6>
- Guzey, S. S., & Roehrig, G. H. (2009). Teaching Science with Technology: Case Studies of Science Teachers'

- Development of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK). *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 25–45.
- Handayani, T., Aprilia, N., Susanti, A., & Alpendi, A. (2023). Analisis Technological Pedagogical Content Knowledge (Tpack) Calon Guru Biologi Universitas Ahmad Dahlan. *BIOEDUKASI (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 14(1), 16. <https://doi.org/10.24127/bioedukasi.v14i1.7769>
- Hari, K., Dewi, S., Gede, I. P., Sudiarmika, A., Rahardian, R. L., & Pradipta, I. M. (2024). Pengaruh Kompetensi Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Terhadap Keterampilan Guru SMK Dalam Merancang Perangkat Pembelajaran Berbasis Digital. *Journal on Education*, 06(02), 13943–13953.
- Keser, H., Karaođlan Yılmaz, F. G., & Yılmaz, R. (2015). TPACK Competencies and Technology Integration Self-Efficacy Perceptions of Pre-Service Teachers. *İlköğretim Online*, 14(2), 1193–1207. <https://doi.org/10.17051/io.2015.65067>
- Latip, A., Robandi, B., Amaliah, A., Khakim, R. R., & Fatonah, N. (2023). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Framework for Science Teachers' Competences in Facing Global Challenges and Issues: A Narrative Literature Review. *International Journal of Pedagogy and Teacher Education*, 7(1), 45–57. <https://doi.org/10.20961/ijpte.v0i0.74699>
- Liunokas, S. M., Supiah, I., & Louise, Y. (2021). Chemistry Teacher's Perception About Their Technology, Pedagogical, and Content Knowledge. *Proceedings of the 6th International Seminar on Science Education (ISSE 2020)*, 541(Isse 2020), 315–321.
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., & Vilchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799–822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- McKenney, S., & Voogt, J. (2017). Expert views on TPACK for early literacy: Priorities for teacher education. *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(5), 1–14. <https://doi.org/10.14742/ajet.2502>
- 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. <https://doi.org/10.37478/optika.v4i1.413>
- Nevrita, N., Asikin, N., & Amelia, T. (2020). Analisis Kompetensi TPACK pada Media Pembelajaran Guru Biologi SMA. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 8(2), 203–217. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v8i2.16709>
- Nuraisyah, N., & Nurjannah, N. (2023). Supervision of Class Visits By The Principal in Developing Teacher Competencies at SDIT Makassar Islamic School Baruga. *Journal of Insan Mulia Education*, 1(2), 65–74. <https://doi.org/10.59923/joinme.v1i2.50>
- OECD. (2013). *Teachers' Pedagogical Knowledge and the Teaching Profession: Background Report and Project Objectives*.
- Ploj Virtič, M. (2022). Teaching science & technology: components of scientific literacy and insight into the steps of research. *International Journal of Science Education*, 44(12), 1916–1931. <https://doi.org/10.1080/09500693.2022.2105414>
- Sastria, E. (2023). Indonesian Pre-service and In-service Science Teachers' TPACK Level. *International Journal of Biology Education Towards Sustainable Development*, 3(1), 1–15. <https://doi.org/10.53889/ijbetsd.v3i1.143>
- Satar, S. (2023). Self-Assesment Kompetensi TPACK Pedagogical Knowledge) Guru IPA SMP Kabupaten Keerom, Papua untuk Menghadapi Pembelajaran Abad Ke-21. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL PENDIDIKAN IPA IV*, 88–100.
- Setyaningsih, E., Permatasari, N. W., & Nofianti, E. (2022). Identifikasi Kualitas Technological Pedagogical Knowledge (TPK) Pada RPP Guru IPA Kelas VII SMP Negeri Se-Kecamatan Sawit Semester Genap Ta 2018/2019. *Seminar Nasional Pendidikan Biologi Dan Saintek (SNPBS)*, 554–557.
- Stinken-Rösner, L., Hofer, E., Rodenhauer, A., & Abels, S. (2023). Technology Implementation in Pre-Service Science Teacher Education Based on the Transformative View of TPACK: Effects on Pre-Service Teachers' TPACK, Behavioral Orientations and Actions in Practice. *Education Sciences*, 13(7).

<https://doi.org/10.3390/educsci13070732>

- Suharto, D., Nurdin, E. S., & Waluya, B. (2022). Pengembangan Kompetensi Pedagogical Content Knowledge pada Mahasiswa Calon Guru dalam Kegiatan Magang Bersertifikat Kampus Merdeka di Global Islamic Boarding School Yayasan Hasnur Centre. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 22(2), 182–197. <https://doi.org/10.17509/jpp.v22i2.50036>
- 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. <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v9i1.41381>
- Tureni, D., Agni, R., Ashari, A., & Fardha, R. (2023). Analysis of TPACK Competency-Based Learning Media Utilized by Senior High School Biology Teachers in East Palu. *Jurnal Nalar Pendidikan*, 11(2), 131–138.
- Wilujeng, I., Tadeko, N., & Dwandaru, W. S. B. (2020). Website-based technological pedagogical and content knowledge for learning preparation of science teachers. *Cakrawala Pendidikan*, 39(3), 545–559. <https://doi.org/10.21831/cp.v39i3.31228>
- Yanti, M., & Mawarwati. (2023). Analisis Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) Mahasiswa Calon Guru SD Pada Materi IPA. *Jurnal Elementaria Edukasia*, 6(3), 1138–1148. <https://doi.org/10.31949/jee.v6i3.6312>