

Studi Deskriptif tentang Penguasaan dan Integrasi TPACK Guru Kimia di Kabupaten Sidoarjo: Tantangan dan Peluang dalam Pembelajaran Kimia

Sophia Allamin*¹ Suyatno Sutoyo²

¹Universitas KH. Abdul Chalim, ²Universitas Negeri Surabaya

e-mail: *sophiaallamin@uac.ac.id

Abstrak

Keterampilan guru dalam memadukan teknologi ke dalam proses pembelajaran menjadi elemen penting di era revolusi industri saat ini. Studi ini bertujuan untuk menggambarkan profil keterampilan Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) dari guru kimia. Studi ini menggunakan pendekatan survei dengan melibatkan 25 guru kimia yang mengajar di level Sekolah Menengah Atas (SMA) di Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur, Indonesia. Data mengenai kemampuan TPACK diperoleh melalui instrumen kuesioner yang mencakup tujuh aspek utama: TK (Pengetahuan Teknologi), CK (Pengetahuan Konten), PK (Pengetahuan Pedagogis), PCK (Pengetahuan Pedagogis Konten), TCK (Pengetahuan Teknologi Konten), TPK (Pengetahuan Teknologi Pedagogis), dan TPACK (Pengetahuan Teknologi Pedagogis dan Konten). Analisis data dilaksanakan menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata kemampuan TPACK guru kimia di Sidoarjo mencapai 81,03, sehingga tergolong tinggi. Distribusi tingkat kemampuan TPACK guru terdiri dari: kategori rendah 1 orang (4%), sedang 4 orang (16%), tinggi 11 orang (44%), dan sangat tinggi 9 orang (36%)

Kata kunci: TPACK, Kimia, Deskriptif kuantitatif

Abstract

Educators' abilities to incorporate technology into the educational process have emerged as a crucial factor in today's industrial revolution period. This research intends to outline the skill profile of chemistry educators in Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK). This research employed a survey method with 25 chemistry educators instructing at the Senior High School (SMA) level in Sidoarjo Regency, East Java, Indonesia. Information concerning TPACK abilities was collected using a questionnaire that encompasses seven key dimensions: TK (Technological Knowledge), CK (Content Knowledge), PK (Pedagogical Knowledge), PCK (Pedagogical Content Knowledge), TCK (Technological Content Knowledge), TPK (Technological Pedagogical Knowledge), and TPACK (Technological Pedagogical and Content Knowledge). A quantitative descriptive method was employed for data analysis. The findings indicated that the average TPACK skill score for chemistry teachers in Sidoarjo was 81.03, which categorizes it as high. The levels of teachers' TPACK abilities are distributed as follows: low category 1 individual (4%), medium 4 individuals (16%), high 11 individuals (44%), and very high 9 individuals (36%)

Keywords: TPACK, Chemistry, Quantitative descriptive

1. PENDAHULUAN

Guru memegang peranan penting dalam perencanaan pendidikan serta proses pembelajaran di sekolah, sehingga keberadaannya menjadi faktor kunci dalam peningkatan mutu pendidikan (Aydeniz & Kirbulut, 2014) (Çalik et al., 2015). Kualitas guru sangat berpengaruh terhadap kualitas proses belajar mengajar yang berlangsung di sekolah. Berbagai penelitian empiris telah membuktikan adanya hubungan positif antara mutu guru dengan tingkat keberhasilan belajar siswa (Darling-hammond et al., 2008). Oleh karena itu, keberhasilan siswa tidak terlepas dari kontribusi besar seorang guru. Dengan demikian, peningkatan mutu pendidikan di Indonesia sangat bergantung pada tersedianya guru yang profesional dan kompeten.

Dalam era revolusi industri 4.0 yang ditandai dengan perkembangan pesat teknologi informasi, kebutuhan akan sumber daya manusia yang menguasai ilmu pengetahuan dan teknologi menjadi semakin penting (Suyamto et al., 2020). Guru diharapkan memiliki kemampuan memahami dan memanfaatkan teknologi secara efektif dalam proses pembelajaran (Satria et al., 2015). Penguasaan teknologi menjadi salah satu indikator utama dalam menilai kualitas seorang guru. Teknologi yang digunakan dalam pendidikan dapat berupa perangkat keras seperti komputer, telepon pintar, televisi, dan proyektor, maupun perangkat lunak seperti Windows, Android, internet, PowerPoint, aplikasi pemutar video, dan aplikasi digital lainnya (Werner, 2020). Oleh karena itu, guru perlu mampu menguasai dan mengintegrasikan berbagai teknologi tersebut agar tujuan pembelajaran dapat dicapai secara optimal.

Salah satu kerangka konseptual modern yang digunakan untuk mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran adalah *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK). Sebelumnya, tolok ukur profesionalisme guru diukur melalui konsep *Pedagogical Content Knowledge* (PCK), yang meliputi pengetahuan konten, pengetahuan pedagogi, serta kombinasi keduanya. Namun, konsep PCK memiliki keterbatasan karena belum mencakup unsur teknologi. TPACK kemudian dikembangkan sebagai penyempurnaan PCK dengan menambahkan dimensi penguasaan teknologi (Sariçoban et al., 2019). Selain kemampuan TPACK, pengalaman mengajar dan keterampilan refleksi pembelajaran juga menjadi faktor penting yang mencerminkan profesionalisme guru. Guru yang memiliki pengalaman luas cenderung menunjukkan tingkat profesionalisme yang lebih tinggi, karena telah memiliki pemahaman mendalam dalam mengelola pembelajaran dan menguasai materi ajar. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pengalaman dan refleksi pembelajaran berperan signifikan dalam meningkatkan efektivitas proses belajar (Rashid & Saad, 2020) (Njiku et al., 2022).

Ikatan Guru Kimia (IGK) Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur, terdiri atas 26 guru kimia yang berasal dari dua belas SMA negeri dan empat belas SMA swasta. Organisasi ini aktif menyelenggarakan berbagai kegiatan untuk meningkatkan kompetensi profesional anggotanya, terutama dalam hal pemanfaatan teknologi pembelajaran. Kegiatan tersebut meliputi pelatihan pembuatan bahan ajar, media pembelajaran, dan penilaian berbasis teknologi informasi dan komunikasi (TIK).

Penelitian mengenai kemampuan TPACK sebelumnya telah dilakukan pada calon guru, calon guru kimia, maupun guru kimia (Rambe & Sutiani, 2024). Namun, kajian yang menyoroti peran pengalaman kritis guru kimia dalam mengembangkan kemampuan TPACK masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan profil kemampuan TPACK guru kimia beserta dukungan pengalaman kritis mereka dalam kegiatan pembelajaran, khususnya pada guru kimia di Kabupaten Gresik.

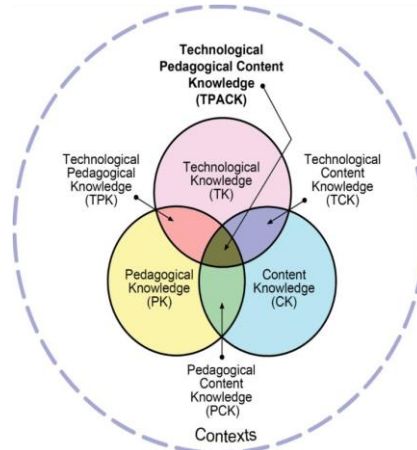
2. KAJIAN PUSTAKA

2.1. *Technological Pedagogical and Content Knowledge* (TPACK)

Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) merupakan pengembangan dari konsep *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) yang muncul pada tahun 2003. Awalnya

dikenal sebagai TPCK, istilah ini kemudian disederhanakan menjadi TPACK agar lebih mudah diucapkan dan diingat (Chai et al., 2013). TPACK berfungsi sebagai kerangka kerja yang mengintegrasikan teknologi dengan proses pembelajaran, menjembatani kekurangan PCK yang belum menekankan aspek teknologi. Seiring pesatnya perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, terutama dalam bidang komunikasi dan pendidikan, penggunaan teknologi di kelas menjadi kebutuhan penting namun juga menimbulkan tantangan baru. Oleh karena itu, TPACK hadir sebagai panduan bagi guru untuk memanfaatkan teknologi secara efektif dalam kegiatan pembelajaran.

TPACK mencakup tiga elemen utama, yaitu pengetahuan teknologi (*Technological Knowledge/TK*) yang berkaitan dengan pemanfaatan teknologi, pengetahuan konten (*Content Knowledge/CK*) yang berhubungan dengan penguasaan materi pelajaran, serta pengetahuan pedagogis (*Pedagogical Knowledge/PK*) yang meliputi pemahaman terhadap strategi dan pendekatan dalam proses pembelajaran. Ketiga unsur ini saling berinteraksi dalam praktik pembelajaran dan menghasilkan bentuk pengetahuan baru (Mishra & Koehler, 2006). Dibandingkan dengan konsep PCK, TPACK memiliki cakupan yang lebih luas karena dapat digunakan sebagai kerangka untuk menganalisis sejauh mana guru mampu mengintegrasikan teknologi dalam kegiatan pembelajaran. (Koehler et al., 2013).



Gambar 1. *Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK) framework*

Irisan yang terlahir sebagai bentuk interaksi dari TK, PK, dan CK melahirkan empat pengetahuan baru. Pertama, perpaduan antara TK dan PK melahirkan *Technological Pedagogical Knowledge (TPK)*. Kedua, kombinasi TK dan CK menghasilkan *Technological Content Knowledge (TCK)*. Ketiga, interaksi PK dan CK membentuk *Pedagogical Content Knowledge (PCK)*. Keempat, gabungan dari ketiga komponen utama TK, PK, dan CK menciptakan *Technological Pedagogical and Content Knowledge (TPACK)* sebagai pengetahuan inti. Secara keseluruhan, konsep TPACK terdiri atas tujuh bentuk pengetahuan yang perlu dikuasai oleh guru maupun calon guru dalam melaksanakan pembelajaran, karena menjadi landasan utama dalam merancang, menerapkan, serta menilai proses belajar mengajar yang terintegrasi dengan teknologi.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode survei dengan tujuan mendeskripsikan data mengenai kemampuan TPACK guru kimia SMA (Creswell & Creswell, 2018). Subjek penelitian meliputi guru kimia yang mengajar di jenjang SMA di Kabupaten Sidoarjo, Indonesia. Sebanyak 25 guru

berpartisipasi dalam penelitian ini, yang dipilih melalui teknik purposive sampling berdasarkan pertimbangan usia serta lama pengalaman mengajar (Creswell & Creswell, 2018).

Pengumpulan data dilakukan melalui dua instrumen utama, yaitu kuesioner TPACK dan kuesioner pengalaman kritis guru kimia. Instrumen TPACK mencakup tujuh komponen utama, yakni Pengetahuan Teknologi (TK), Pengetahuan Konten (CK), Pengetahuan Pedagogik (PK), Pengetahuan Pedagogik-Konten (PCK), Pengetahuan Teknologi-Konten (TCK), Pengetahuan Teknologi-Pedagogik (TPK), serta Pengetahuan Teknologi-Pedagogik-Konten (TPACK). Kuesioner ini terdiri atas 38 butir pernyataan yang masing-masing mewakili indikator TK (9 butir), CK (4 butir), PK (6 butir), PCK (5 butir), TCK (3 butir), TPK (7 butir), dan TPACK (4 butir) (Sariçoban et al., 2019).

Skor hasil pengisian kuesioner kemudian diklasifikasikan ke dalam lima kategori, yaitu sangat tinggi (86–100), tinggi (76–85), sedang (60–75), rendah (55–59), dan sangat rendah (kurang dari 55) (Mustika et al., 2022). Selain itu, digunakan pula kuesioner tambahan untuk mengeksplorasi pengalaman kritis guru dalam mengintegrasikan teknologi pada pembelajaran kimia. Instrumen ini memuat pertanyaan mengenai topik kimia yang diajarkan dengan bantuan teknologi, jenis teknologi yang digunakan, pengalaman keberhasilan dan kegagalan dalam penerapannya, serta tujuan integrasi teknologi dalam proses pembelajaran.

Data yang diperoleh dari kuesioner pengalaman kritis berfungsi sebagai penguat dan pelengkap hasil analisis kemampuan TPACK guru kimia. Sebelum digunakan, kedua kuesioner tersebut telah melalui proses validasi oleh tiga ahli di bidang pendidikan kimia untuk memastikan keabsahan instrumen. Selanjutnya, data yang terkumpul dianalisis menggunakan metode deskriptif kuantitatif (Creswell & Creswell, 2018).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Validitas Kuesioner Kemampuan TPACK dan Kuesioner Pengalaman Kritis

Data dalam penelitian ini dikumpulkan menggunakan kuesioner. Dalam penelitian ini, dua jenis kuesioner dikembangkan untuk mengumpulkan data, yaitu kuesioner kemampuan TPACK dan kuesioner pengalaman kritis guru kimia. Sebelum digunakan untuk pengumpulan data, kedua kuesioner tersebut divalidasi oleh tiga pakar di bidang pendidikan kimia. Tabel 1 menjelaskan hasil validasi kedua kuesioner tersebut.

Tabel 1. Validitas kuesioner kemampuan TPACK dan kuesioner pengalaman kritis

No	Jenis Kuesioner	Skor Validasi			Rata-rata Skor	Kategori
		V1	V2	V3		
1	Kemampuan TPACK Guru Kimia	3.62	3.90	3.79	3.77	Sangat Valid
2	Pengalaman Kritis Guru Kimia	3.77	3.86	3.52	3.72	Sangat Valid

Berdasarkan hasil proses validasi menunjukkan bahwa kuesioner kemampuan TPACK guru kimia memperoleh skor rata-rata 3,77, sedangkan kuesioner pengalaman kritis guru kimia memperoleh skor 3,72. Kedua nilai tersebut melebihi batas minimum 3,25, sehingga instrumen yang dikembangkan termasuk dalam kategori sangat valid (Limatahu et al., 2018) (Sutoyo et al., 2023). Selain itu, tingkat reliabilitas hasil penilaian dari para validator pada kedua instrumen mencapai lebih dari 75%, yang menandakan bahwa keduanya tergolong reliabel (Borich, 2016) (Rahman et al., 2024). Oleh karena itu, kedua kuesioner tersebut dinyatakan layak dan memenuhi kriteria untuk digunakan dalam proses pengumpulan data penelitian.

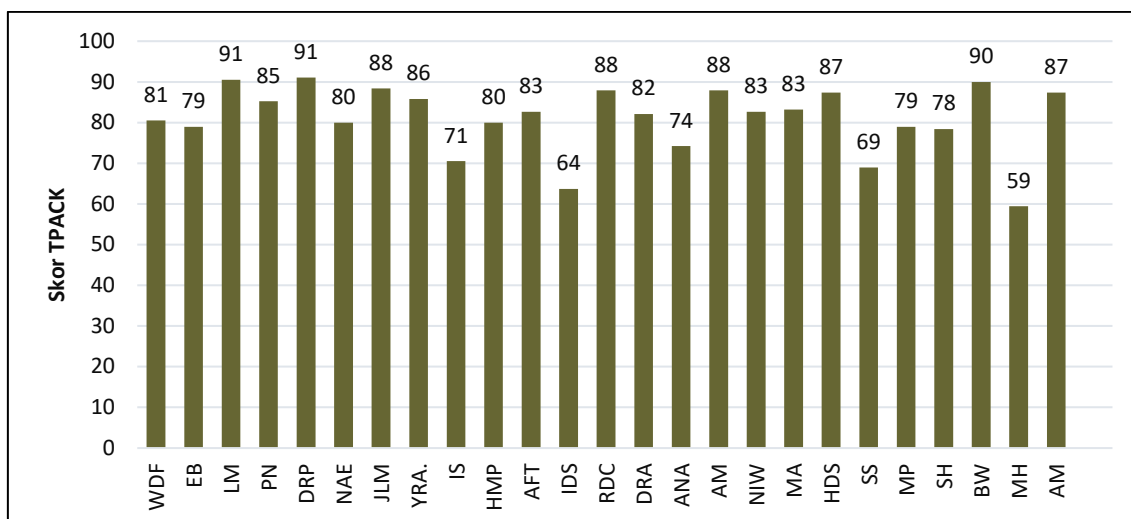
4.2. Kemampuan TPACK Guru Kimia

Kemampuan TPACK guru kimia di Kabupaten Sidoarjo diukur menggunakan kuesioner TPACK yang berisi 7 indikator, yaitu (1). *Technological Knowledge* (TK) (2). *Content Knowledge* (CK) (3). *Pedagogical Knowledge* (PK) (4). *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) (5). *Technological Content Knowledge* (TCK) (6). *Technological Pedagogical Knowledge* (TPK) dan (7). *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) (Sariçoban et al., 2019)(Mashuri et al., 2024). Kuesioner TPACK untuk guru kimia terdiri dari 38 item. Tabel 2 menyajikan hasil analisis data kuesioner kemampuan TPACK yang dijawab oleh guru kimia di Kabupaten Sidoarjo.

Tabel 2. Kemampuan TPACK guru kimia di Kabupaten Sidoarjo

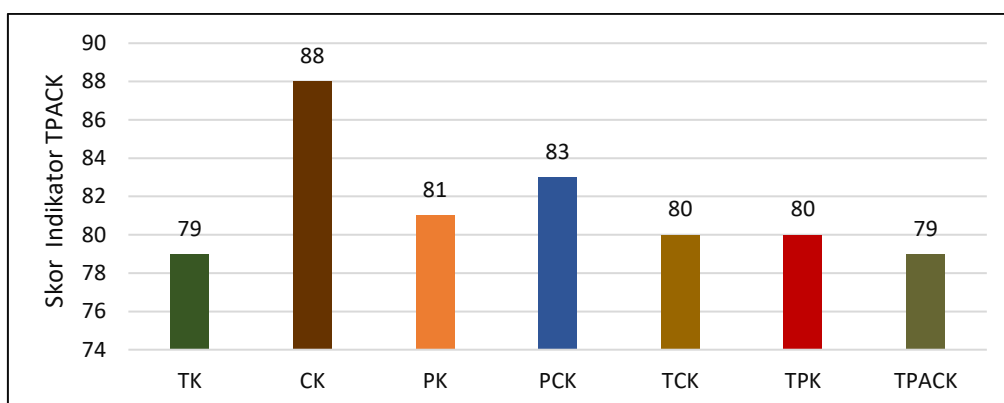
No.	Kode Nama Guru	Skor Indikator TPACK							Skor TPACK	Kategori
		TK	CK	PK	PCK	TCK	TPK	TPACK		
1	WDF	38	16	22	20	11	29	17	81	T
2	EB	38	16	23	19	11	27	16	79	T
3	LM	33	20	27	25	15	35	17	91	ST
4	PN	38	19	24	22	13	29	17	85	T
5	DRP	42	18	28	22	14	31	18	91	ST
6	NAE	36	16	23	20	11	29	17	80	T
7	JLM	40	17	28	21	15	29	18	88	ST
8	YRA.	43	19	26	22	13	25	15	86	ST
9	IS	31	16	22	18	11	24	12	71	S
10	HMP	35	16	24	21	12	28	16	80	T
11	AFT	38	18	26	20	12	28	15	83	T
12	IDS	27	15	18	17	11	21	12	64	S
13	RDC	39	16	27	22	15	31	17	88	ST
14	DRA	37	18	24	21	12	28	16	82	T
15	ANA	35	19	21	17	11	24	14	74	S
16	AM	40	19	27	24	14	27	16	88	ST
17	NIW	36	17	23	19	14	31	17	83	T
18	MA	37	19	24	22	11	29	16	83	T
19	HDS	39	20	26	22	12	29	18	87	ST
20	SS	25	17	19	20	11	24	15	69	S
21	MP	28	20	26	22	11	27	16	79	T
22	SH	34	19	23	22	9	29	13	78	T
23	BW	38	20	28	23	11	32	19	90	ST
24	MH	27	12	18	14	8	22	12	59	R
25	AM	34	18	28	24	13	34	15	87	ST
Skor Rata-Rata Indikator		79	88	81	83	80	80	79	81,03	T

Berdasarkan data pada Tabel 2, profil kemampuan TPACK guru kimia di Kabupaten Sidoarjo dapat disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Profil Kemampuan TPACK Guru Kimia di Kabupaten Sidoarjo

Kemampuan TPACK guru kimia di Kabupaten Sidoarjo dengan kategori ,rendah, sedang, tinggi, dan sangat tinggi adalah, 1 (4%), 4 (16%), 11 (44%), dan 9 (36%). Rata-rata skor kemampuan TPACK guru kimia di Kabupaten Gresik adalah 81,03 sehingga dapat dikategorikan tinggi karena berada pada rentang 76 - 85 (Mustika et al., 2022). Rata-rata skor setiap indikator TPACK dapat disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Rata-rata skor indikator TPACK guru kimia di Kabupaten Sidoarjo

Indikator *Content Knowledge* (CK) memiliki skor tertinggi (88), diikuti oleh indikator , *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) dengan skor rata-rata 83, *Pedagogical Knowledge* (PK) dengan skor rata-rata 81, Indikator *Technological Content Knowledge* (TCK) dan indikator *Technological Pedagogical Knowledge* (TPK) dengan skor rata-rata 80, Sementara itu, *Technological Knowledge* (TK) dan indikator *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) menunjukkan skor terendah (79). Skor rata-rata ketujuh indikator TPACK guru kimia di Kabupaten Gresik lebih besar dari 75 sehingga sangat mendukung pencapaian kemampuan TPACK pada kategori tinggi.

Berdasarkan hasil analisis angket pengalaman kritis, seluruh guru kimia yang diteliti memiliki pengalaman mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran kimia untuk meningkatkan motivasi siswa dan memperlancar proses pembelajaran sehingga berdampak pada peningkatan pemahaman siswa. Terdapat 18 materi kimia di SMA yang pembelajarannya mengintegrasikan teknologi, yaitu asam dan basa (65%), kimia unsur (27%), ikatan kimia (17%), struktur atom (15%), struktur molekul (15%), hukum dasar kimia (15%), sel elektrokimia (12%),

redoks (13%), laju reaksi (12%), termokimia (12%), kimia karbon (12%), kesetimbangan kimia (7%), larutan elektrolit dan nonelektrolit (6%), sifat koligatif larutan (6%), koloid (4%), perubahan wujud zat (4%), kelarutan dan hasil kali kelarutan (4%), dan kimia hijau (4%). Asam basa dan kimia unsur merupakan dua materi kimia yang paling banyak diajarkan melalui integrasi teknologi. Sementara itu, 12 program aplikasi telah digunakan oleh guru dalam pembelajaran kimia, yaitu Canva (27%), PhET (20%), Video animasi (19%), Chem Lab (19%), Youtube (12%), Quizizz (7%), Capcut (7%), Chem Draw (7%), Assembler Edu (3%), Crossword Puzzle Game (4%), Microsoft Team (4%), dan Flash (4%). Canva, PhET, dan video animasi merupakan tiga program aplikasi yang paling banyak digunakan oleh guru kimia di kabupaten Sidoarjo dalam pengajaran kimia. Kemampuan guru kimia di kabupaten Sidoarjo yang baik dalam mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran kimia telah mampu mendukung kemampuan TPACK mereka [14]. Sebanyak 48% guru kimia menyatakan bahwa integrasi teknologi dalam pembelajaran telah mampu meningkatkan motivasi belajar siswa, sedangkan 36% menyatakan dapat mempermudah proses pembelajaran sehingga akan berdampak pada tingkat pemahaman siswa terhadap konsep yang dipelajari. Hal ini sesuai dengan teori kode ganda bahwa informasi yang disampaikan dengan menggunakan kombinasi verbal dan visual akan memudahkan siswa dalam memahami informasi tersebut (Arends, 2014).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa guru kimia di Kabupaten Gresik memiliki kemampuan TPACK dengan kategori tinggi (skor rata-rata 81,03). Semua indikator TPACK memiliki skor di atas 75, dengan skor tertinggi dicapai oleh indikator CK (*Content Knowledge*) (skor 88). Pengalaman kritis guru kimia menunjukkan bahwa kimia asam-basa dan kimia unsur merupakan dua materi kimia yang paling banyak diajarkan melalui integrasi teknologi. Canva, PhET, dan video animasi merupakan tiga program aplikasi yang paling banyak digunakan dalam pembelajaran kimia.

DAFTAR PUSTAKA

- Arends, R. (2014). *Learning to Teach*. McGraw-Hill. <https://books.google.co.id/books?id=-jLXngEACAAJ>
- Aydeniz, M., & Kirbulut, Z. D. (2014). Exploring challenges of assessing pre-service science teachers' pedagogical content knowledge (PCK). *Asia-Pacific Journal of Teacher Education*, 42(2), 147–166. <https://doi.org/10.1080/1359866X.2014.890696>
- Borich, G. D. (2016). *Observation Skills for Effective Teaching Research-Based Practice*.
- Çalik, M., Ebenezer, J., Özsevgeç, T., Küçük, Z., & Artun, H. (2015). Improving Science Student Teachers' Self-perceptions of Fluency with Innovative Technologies and Scientific Inquiry Abilities. *Journal of Science Education and Technology*, 24(4), 448–460. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9529-1>
- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. In *Sage Publication, Inc, Washington D.* <https://doi.org/10.4324/9780429469237>
- Darling-hammond, L., Hyler, M. E., Gardner, M., Berkman, M. B., Pacheco, J. S., & Plutzer, E. (2008). C_Teacher_Professional_Development_REPORT.pdf. *Learning Policy Institute*, 6(June), 0920–0924.
- Limatahu, I., Wasis, Sutoyo, S., & Prahani, B. K. (2018). DEVELOPMENT OF CCDSR TEACHING MODEL TO IMPROVE SCIENCE PROCESS SKILLS OF PRE-SERVICE

- PHYSICS TEACHERS. *Journal of Baltic Science Education*, 17, Continuous. <https://doi.org/https://doi.org/10.33225/jbse/18.17.812>
- Mashuri, M. T., Sutoyo, S., & Azizah, U. (2024). Development of a creative collaborative with critical experience learning model to improve technological pedagogical and content knowledge of preservice chemistry teachers. *Nurture*, 18(3), 686–697. <https://doi.org/10.55951/nurture.v18i3.751>
- Mustika, D., Jamaris, Miaz, Y., Fitria, Y., & Marsidin, S. (2022). Kemampuan Technological Knowledge Mahasiswa Pendidikan Guru Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(5), 9231. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i5.3197>
- Njiku, J., Mutarutinya, V., & Maniraho, J. F. (2022). Exploring Mathematics Teachers' Technology Integration Self-Efficacy and Influencing Factors. *Journal of Learning for Development*, 9(2), 279–290. <https://doi.org/10.56059/jl4d.v9i2.589>
- Rahman, N., Sutoyo, S., & Lutfi, A. (2024). Validity of PBEST learning model: An innovative learning to improve creative thinking skill and entrepreneurial science thinking. *Journal of Curriculum and Teaching*, 13(1), 195–205.
- Rambe, A. A., & Sutiani, A. (2024). Development of SAC Media Integrated with Project Based Learning Model on Reaction Rate Material. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Kimia*, 6(1), 38. <https://doi.org/10.24114/jipk.v6i1.57341>
- Rashid, M., & Saad, M. (2020). *Pedagogical Content Knowledge (TPACK) Through Interactive Negotiation and Reflection Community*. *Seiem*, 63–67. <https://doi.org/10.25236/seiem.2020.017>
- Sarıçoban, A., Tosuncuoğlu, I., & Kırmızı, Ö. (2019). A technological pedagogical content knowledge (TPACK) assessment of preservice EFL teachers learning to teach English as a foreign language. *Journal of Language and Linguistic Studies*, 15(3), 1122–1138. <https://doi.org/10.17263/jlls.631552>
- Satria, T., Rochim, A. F., & Windasari, I. P. (2015). Perancangan Aplikasi Pembelajaran “Fruvenimal” Berbasis HTML5. *Jurnal Teknologi Dan Sistem Komputer*, 3(4), 421. <https://doi.org/10.14710/jtsiskom.3.4.2015.421-425>
- Sutoyo, S., Agustini, R., & Fikriyati, A. (2023). Online Critical Thinking Cycle Model to Improve Pre-service Science Teacher's Critical Thinking Dispositions and Critical Thinking Skills. *Pegem Egitim ve Ogretim Dergisi*, 13(2), 173–181. <https://doi.org/10.47750/pegegog.13.02.21>
- Suyamto, J., Masykuri, M., & Sarwanto, S. (2020). Analisis Kemampuan Tpack (Technolglcal, Pedagogical, and Content, Knowledge) Guru Biologi Sma Dalam Menyusun Perangkat Pembelajaran Materi Sistem Peredaran Darah. *INKUIRI: Jurnal Pendidikan IPA*, 9(1), 46. <https://doi.org/10.20961/inkuiri.v9i1.41381>
- Werner, D. (2020). *Exploring HPE teachers' self-efficacy toward technology integration*.