



Aspek Pedagogik dan Konteks Materi Kimia dalam Pendidikan Kejuruan dan Teknik: *Systematic Literature Review*

Nisrina Zahira Putri Irawan, Sjaeful Anwar*, Heli Siti Halimatul Munawaroh

Departemen Pendidikan Kimia, Universitas Pendidikan Indonesia, Indonesia.

*Korespondensi Penulis. E-mail: saefulanwar@upi.edu

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk: 1) Mengidentifikasi konteks materi kimia di pendidikan teknik dan kejuruan; 2) Menginvestigasi aspek pedagogik yang telah diterapkan pada pembelajaran kimia dalam pendidikan teknik dan kejuruan serta dampaknya terhadap kompetensi siswa/mahasiswa. Penelitian ini meninjau 33 artikel pada tahun 2020-2024 dari *database* Scopus dan Semantic Scholar. Temuan studi ini yaitu pendidikan teknik dan kejuruan paling banyak mengembangkan materi kimia yang berhubungan dengan konteks bahan bakar kendaraan bermotor, minyak bumi, dan pemanfaatan sel elektrokimia sebagai energi terbarukan. Pembelajaran berbasis TIK, STEM, dan pengembangan modul terbukti dapat meningkatkan penguasaan konsep kimia di pendidikan teknik dan kejuruan. Rekomendasi penelitian berikutnya adalah pengembangan konteks materi kimia yang dapat berdampak terhadap keterampilan abad 21 seperti kreativitas, berpikir kritis, kolaborasi, pemecahan masalah, *entrepreneurship*, dan metakognitif. Pengembangan tersebut dapat didukung dengan pendekatan STEM, *Project-based Learning*, *Problem-based Learning*, *chemoentrepreneurship*, etnokimia, serta media pembelajaran berbasis *Artificial Intelligence* atau *Virtual Reality* pada pembelajaran kimia di pendidikan kejuruan.

Kata Kunci: *Chemistry in Context*, Inovasi Pembelajaran Kimia, Pendidikan Kejuruan, *Systematic Literature Review*

Pedagogical Aspects and Chemistry Materials Context in Vocational and Technical Education: Systematic Literature Review

Abstract

The objectives of this study are: 1) Identify the context of chemistry materials in technical and vocational education; 2) Investigate the pedagogical aspects that have been applied to chemistry learning in technical and vocational education and their impact on students' competencies. This study reviewed 33 selected articles from 2020-2024 from Scopus and Semantic Scholar databases. The findings of this study are that technical and vocational education mostly develops chemistry materials related to the context of motor vehicle fuels and the use of electrochemical cells as renewable energy. ICT-based learning, STEM, and module development are proven to improve mastery of chemistry concepts in technical and vocational education. The next research recommendation is to develop the context of chemistry materials that can have an impact on 21st-century skills such as creativity, critical thinking, collaboration, problem-solving, entrepreneurship, and metacognition. The development can be supported by the STEM approach, Project-based Learning, Problem-based Learning, chemoentrepreneurship, ethnochemistry, and Artificial Intelligence or Virtual Reality-based learning media in chemistry learning in vocational education.

Keywords: *chemistry in context, chemistry learning innovation, systematic literature review, vocational education*

How to Cite: Irawan, N.Z.P., Anwar, S., & Munawaroh, H.S.H. (2024). Aspek Pedagogik dan Konteks Materi Kimia dalam Pendidikan Kejuruan dan Teknik: Systematic Literature Review. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 12(2), 106–116, <https://dx.doi.org/10.21831/jpms.v12i2.76422>

Permalink/DOI: DOI: <https://dx.doi.org/10.21831/jpms.v12i2.76422>

PENDAHULUAN

Pendidikan kejuruan merupakan skema yang dirancang untuk membekali lulusan dengan beragam kompetensi yang dibutuhkan oleh dunia kerja. Pendidikan kejuruan merupakan strategi penting untuk mengatasi tantangan pengangguran. Oleh

karena itu, pendekatan pedagogis yang kuat sangat penting untuk mencapai tujuan mengisi dan menciptakan peluang kerja. (Masbukhin & Sausan, 2023). Kimia adalah salah satu rumpun ilmu pengetahuan alam dasar yang tidak terpisahkan dari pendidikan teknik dan kejuruan. Terdapat anggapan umum bahwa kimia tidak memiliki kaitan dengan

bidang kejuruan. Anggapan tersebut berpengaruh pada kurangnya minat siswa untuk mempelajari kimia dan mereka cenderung lebih fokus untuk mendalami mata pelajaran kejuruan. (Rahmawati et al., 2021; Wiyarsi et al., 2017). Tidak hanya di ranah sekolah menengah, pada ranah pendidikan tinggi vokasi juga ditemukan bahwa mahasiswa menganggap mata kuliah kimia dasar kurang menarik karena relevansinya yang terbatas dengan prospek kerja mereka di masa depan. Padahal, kurikulum pendidikan kejuruan seharusnya menggabungkan kimia sebagai ilmu dasar dengan bidang ilmu kejuruan. Analisis yang dilakukan pada penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa terdapat banyak konteks dan konten kimia yang dapat dikaitkan dengan bidang teknik atau kejuruan (Liu, 2024; Reshmi, 2022; Wiyarsi et al., 2017).

Kimia merupakan disiplin ilmu dasar yang menggabungkan konsep, prinsip, hukum, dan teori ilmiah dengan teknologi dan industri. Kimia memiliki peran yang sangat penting bagi kemajuan teknologi dan ilmiah. Kimia juga berperan penting di bidang industri yang dibuktikan dengan berdirinya perusahaan-perusahaan kimia yang berdampak pada kehidupan ekonomi dan sosial. Sebagai subjek yang dipelajari dalam pendidikan kejuruan, siswa harus memiliki pemahaman konsep kimia yang baik karena memberikan dasar untuk mengembangkan kompetensi di berbagai bidang keahlian. Pembelajaran kimia pada pendidikan teknik dan kejuruan bertujuan untuk membekali siswa dengan pengetahuan dan keterampilan yang penting untuk memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari, teknologi, dan bidang lainnya, yang pada akhirnya mendukung pengembangan program keahlian produktif (Lehn, 2015; Yulastini et al., 2018).

Penelitian tentang penerapan pendidikan kimia dalam pendidikan teknik dan kejuruan masih terbatas karena spesifiknya cakupan materi kimia dan khas dengan bidang keahlian kejuruan (Janoušková et al., 2024). Penguasaan konsep, keterampilan, dan literasi kimia yang baik pada siswa dapat memfasilitasi pengembangan kemampuan berpikir kritis, kreatif, dan pemecahan masalah pada siswa (Wiyarsi et al., 2020). Untuk memastikan bahwa sistem pendidikan kejuruan secara efektif melaksanakan pembelajaran kimia kepada siswa, guru perlu menyediakan materi kimia yang komprehensif dan fungsional, artinya sesuai dengan kompetensi yang diharapkan (Grigoryeva & Bagnavets, 2023).

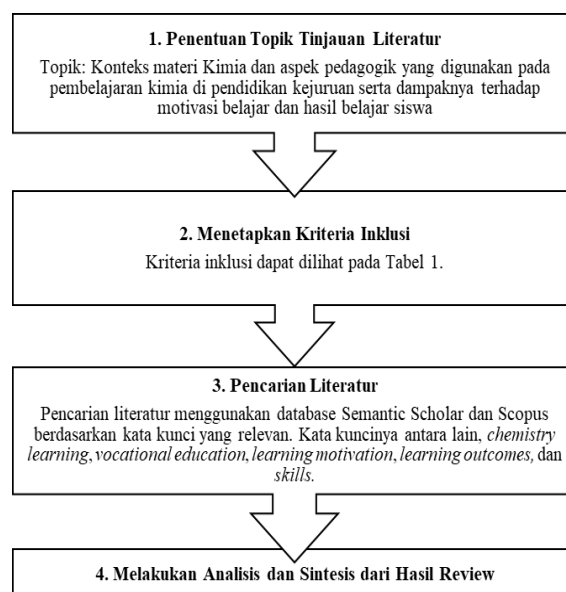
Tinjauan literatur sebelumnya lebih banyak membahas tentang pembelajaran kimia di tingkat sekolah menengah dan tingkat universitas (jurusan kimia dan pendidikan kimia). Beberapa tinjauan literatur diantaranya adalah tentang konten dan konteks pedagogis dalam pengembangan bahan ajar untuk pembelajaran kimia di SMA (Krisandini & Anwar, 2024); pendekatan pembelajaran kimia di tingkat sekolah menengah atas (Alqtaishat, 2021);

dan pendekatan pembelajaran praktikum kimia dasar di tingkat universitas terhadap hasil belajar mahasiswa (Agustian et al., 2022).

Berdasarkan latar belakang tersebut, kajian literatur kali ini bertujuan untuk memberikan wawasan tentang bagaimana pembelajaran kimia, aspek pedagogik, serta konteks materi kimia yang telah diterapkan dalam pendidikan teknik dan kejuruan. Penelitian ini merupakan tinjauan literatur sistematis yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis implementasi pembelajaran kimia di pendidikan teknik dan kejuruan pada tahun 2020-2024. Tinjauan literatur ini akan menjawab pertanyaan penelitian berikut: 1) Apa saja konteks yang digunakan untuk mengimplementasikan konten kimia di pendidikan teknik dan kejuruan?; 2) Apa saja aspek pedagogik yang telah diterapkan pada pembelajaran kimia di pendidikan teknik dan kejuruan serta dampaknya terhadap motivasi belajar dan kompetensi siswa/mahasiswa?.

METODE

Tinjauan literatur adalah pendekatan penelitian yang memberikan gambaran umum yang terperinci, terfokus, dan menyeluruh tentang suatu topik atau masalah penelitian. Penelitian ini dimulai dengan pertanyaan penelitian yang spesifik dan melibatkan pencarian literatur yang relevan untuk mensintesis temuan. Prosesnya harus mengikuti prosedur yang tepat dan dapat diandalkan untuk memastikan keakuratan (Kraus et al., 2022; Luft et al., 2022; Snyder, 2019). Prosedur yang dilakukan dalam studi literatur ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Studi Literatur

Kriteria inklusi dibuat sebagai panduan untuk melakukan seleksi artikel yang dapat ditinjau dalam studi ini. Kriteria inklusi pada tinjauan literatur ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria Inklusi

Aspek	Kriteria Inklusi
Subjek Penelitian	Siswa sekolah menengah kejuruan, mahasiswa perguruan tinggi kejuruan/politeknik.
Ruang Lingkup	Konteks materi dalam pembelajaran kimia, aspek pedagogik yang diimplementasikan dalam pembelajaran kimia di pendidikan kejuruan.
Bahasa Tahun Terbit	Bahasa Inggris 2020-2024
Akreditasi Jurnal	Artikel penelitian dari jurnal nasional terindeks sinta dan internasional, <i>proceeding</i> dari konferensi/seminar internasional terindeks Scopus.
Metode Penelitian	Penelitian kualitatif, penelitian kuantitatif, dan penelitian pengembangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konteks Materi Kimia dalam Pendidikan Teknik dan Kejuruan

Konteks materi kimia yang diajarkan di pendidikan teknik dan kejuruan sangat bergantung pada kurikulum dan jurusan. Hal ini dikarenakan setiap jurusan memiliki spektrumnya masing-masing sehingga materi kimia yang diajarkan juga harus disesuaikan dengan kompetensi keahliannya. Pada bagian ini, implementasi pembelajaran kimia di pendidikan teknik dan kejuruan sangat beragam. Penelitian lima tahun terakhir tentang pembelajaran kimia pada pendidikan vokasi dan teknik paling banyak dilakukan pada jurusan teknik otomotif, kimia analisis, dan ilmu kesehatan. Sementara itu, pembelajaran kimia yang masih sedikit diteliti adalah jurusan teknologi tekstil, teknik konstruksi dan properti, dan teknik sepeda motor seperti yang terlihat pada Tabel 2. Jurusan-jurusan tersebut masuk ke dalam spektrum Teknologi dan Rekayasa. Materi kimia yang dipelajari dalam spektrum teknologi dan rekayasa tidak seluas materi kimia yang dipelajari pada spektrum lainnya sehingga masih sedikit penelitian tentang pembelajaran kimia pada jurusan-jurusan tersebut. Materi yang dipelajari juga termasuk ke dalam dasar kimia, seperti asam dan basa, ikatan kimia, reaksi kimia, dan stoikiometri (Haryani et al., 2021; Ningtyas et al., 2022; Susilawati et al., 2023).

Tabel 2. Persebaran data jurusan di pendidikan teknik dan kejuruan yang mengimplementasikan pembelajaran kimia

Jurusan	Frekuensi Penelitian
Teknik Otomotif	6
Ilmu Kesehatan	4
Agribisnis dan Agroteknologi	2
Kimia Analisis	4
Kimia Industri	3
Teknik Kendaraan Ringan	3
Teknik Kimia	3
Teknik Mesin	2
Tekstil	1
Teknik Konstruksi dan Properti	1
Teknik Sepeda Motor	1
Jurusan Teknik Lainnya	2

Penelitian tentang pembelajaran kimia paling banyak dieksplorasi di tingkat sekolah menengah kejuruan. Namun, konten dan konteks kimia yang diajarkan pada jurusan atau kompetensi keahlian tertentu, seperti teknik konstruksi dan properti, teknik sepeda motor, agribisnis dan agroteknologi, teknik mesin, serta kimia industri, masih belum banyak dikembangkan. Selain itu, garis besar topik kimia yang dipelajari di pendidikan teknik dan kejuruan pada tahun 2020-2024 dipetakan pada Tabel 3.

Tabel 3. Topik kimia yang dipelajari dalam pendidikan teknik dan kejuruan

Topik Kimia	Frekuensi Penelitian
Kimia Fisika	3
Kimia Anorganik	3
Kimia Organik	4
Biokimia	1
Kimia Analitik	3
Senyawa Hidrokarbon dan Minyak Bumi	5
Elektrokimia	4
Ikatan Kimia	2
Asam dan Basa	2
Koloid	1
Sifat dan Perubahan Materi	2
Reaksi Kimia	1

Berdasarkan Tabel 3, cabang ilmu kimia yang juga belum banyak dikembangkan di antara cabang-cabang lainnya (kimia dasar, kimia organik, kimia fisik, kimia anorganik, dan kimia analitik) adalah bidang biokimia. Bidang biokimia biasanya dipelajari pada jurusan yang berkaitan dengan ilmu kesehatan

(Clark et al., 2020). Kimia dasar merupakan mata pelajaran yang diajarkan di tingkat sekolah menengah kejuruan. Subtopik yang paling banyak diteliti dalam kimia dasar adalah senyawa hidrokarbon, minyak bumi, dan elektrokimia. Topik-

topik lain diharapkan dapat diangkat dan dikembangkan untuk pembelajaran di SMK sesuai dengan kebutuhan kompetensi keahlian yang dituju. Tabel 4 berisi rincian konten dan konteks kimia yang telah diteliti pada pendidikan teknik dan kejuruan.

Tabel 4. Materi dan Konteks Pembelajaran Kimia dalam Pendidikan Kejuruan

Jenjang Pendidikan	Jurusan	Mata Pelajaran/ Mata Kuliah	Materi dan Konteks Kimia	Sumber
Sekolah Menengah Kejuruan (SMK)	Ilmu Kesehatan Teknik Otomotif	Kimia	Sistem Koloid dan Makromolekul: Pembuatan Susu dari Biji Nangka.	(Arfina et al., 2020)
		1) Perawatan Mesin Kendaraan Ringan	1) Sel volta, sel elektrolisis, dan korosi. 2) Asam-basa 3) Reaksi redoks dan tata nama senyawa kimia: Cara meniup balon berdasarkan konsep reaksi redoks.	(Dinihari et al., 2020, 2021; Haryani et al., 2021; Mulyopratikno & Wiyarsi, 2023; Wiyarsi et al., 2023)
		2) Kimia	4) Senyawa hidrokarbon dan minyak bumi, Hydrocarbon Compounds and Petroleum, Proses Pembakaran Bahan Bakar: Bahan Bakar Bensin dan Pemanasan Global, Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor, Tumpahan Bahan Bakar Diesel di Perairan, Pemurnian Minyak Bekas.	
	Agribisnis dan Agroteknologi	Kimia	1) Pemisahan Campuran: Teknik produksi kopi dan komoditas herbal musiman lainnya. 2) Aplikasi senyawa hidrokarbon dan turunannya dalam pengolahan makanan.	(Fadilah et al., 2020; Sari et al., 2021)
	Teknik Konstruksi dan Properti	Kimia	Asam-basa	(Haryani et al., 2021)
	Teknik Elektro	Kimia	Asam-basa	(Haryani et al., 2021)
	Kimia Industri	Proses Teknik Kimia	Isoterm Adsorpsi pada Mikropartikel Karbon dari Kulit Apel Malang	(Nandiyanto et al., 2022)
	Kimia Analis	Praktikum Analisis Bahan Organik, Praktikum Spektrofotometri, Praktikum Analisis Kualitatif Kimia	1) Pembuatan Senyawa Organik dari Bahan Alam: Pembuatan etanol, asam asetat, dan etil asetat dari limbah buah-buahan. 2) Praktikum spektrofotometri: Penentuan Kadar Nitrit (NO ₂) dalam larutan menggunakan spektrofotometri sederhana. 3) Praktikum analisis kualitatif kimia. 4) Kromatografi Lapis Tipis: elusi hewan, analisis pewarna makanan.	(Lewi & Listyarini, 2022; Paristiowati et al., 2021; Quari, 2024; Widarti & Asrori, 2021)
	Teknik Mesin	Kimia	1) Ikatan kimia 2) Reaksi redoks dan tatanama senyawa kimia.	(Lia et al., 2020)
	Teknik Kendaraan Ringan	Kimia	1) Sifat dan Perubahan Materi: Pembuatan sabun cuci piring. 2) Senyawa hidrokarbon dan minyak bumi: Emisi gas buangan kendaraan bermotor, tumpahan bahan bakar diesel di perairan, penyulingan limbah oli bekas.	(Mulyopratikno & Wiyarsi, 2023; Ulhaq et al., 2021; Wibowo et al., 2021)
Teknik	Kimia	Ikatan Kimia	(Ningtyas et al.,	

Jenjang Pendidikan	Jurusan	Mata Pelajaran/ Mata Kuliah	Materi dan Konteks Kimia	Sumber
	Sepeda Motor Multimedia	Kimia	Elektrokimia: Teknik etsa pada produk cinderamata, baterai, dan penanggulangan korosi pada komponen mesin.	2022) (Rahmawati et al., 2021)
	Farmasi	Kimia	Kimia Bahan Alam: Lontar Usada Taru Pramana (Lontar yang mengandung banyak jenis tanaman yang dapat digunakan dalam pengobatan tradisional budaya Bali).	(Wiratma & Yuliamastuti, 2023)
	Tidak disebutkan	Kimia	1) Fuel Cell sebagai Konversi Energi Elektrokimia 2) Konsep asam dan basa	(Ramdhayani & Purwoko, 2023; Sendari et al., 2020; Wahyudi et al., 2023)
Pendidikan Tinggi Kejuruan/ Sekolah Tinggi Kejuruan/ Politeknik	Ilmu Kesehatan	Kimia Organik dan Biokimia	Mempelajari gugus fungsi dalam senyawa organik melalui pengujian laboratorium urinalisis.	(Clark et al., 2020)
	Teknik Mesin (Teknologi Rekayasa, Teknik Mesin Untuk Lemari Es dan Pendingin Ruangan)	Elektrokimia	Electroplating: Teknik melapisi logam	(Arsani et al., 2024)
	Tekstil (Manajemen Industri Pemintalan dan Penunanan)	Teknologi Tekstil	Pengetahuan Tentang Bahan Kimia: Bahan tekstil yang peka terhadap rangsangan dari lingkungan (Smart Textile).	(Radulescu et al., 2020)
	Teknologi Farmasi	Kimia Organik	Model molekul, rumus molekul, struktur molekul, dan mekanisme reaksi kimia senyawa organik.	(Xiao & Depaynos, 2023)
	Kimia Industri	Praktikum Kimia di Industri	Kompatibilitas reagen, keamanan laboratorium, pengelolaan limbah, inspeksi dan kontrol produk kimia, pertolongan pertama di laboratorium, industri kimia farmasi.	(Mesquita & Paz, 2022)
Program Magang Kejuruan	Kimia Industri	Praktikum Penanganan Bahan Kimia	Simulasi penggunaan alat pengestruksi	(Lester & Hofmann, 2020)
Program Studi Sarjana Teknik	Teknik Kimia	1) Laboratorium Termodinamika, Teknik Kimia, dan Operasi Unit 2) Kimia Fisika 3) Dasar-Dasar Teknik Material	1) Proses teknik kimia 2) Teori kinetik gas, fenomena perpindahan, fisikokimia permukaan, dan kinetika kimia. 3) Teknologi Pengolahan Air: Desalinasi Tenaga Surya untuk Mengolah Air Asin-Basa di Xinjiang.	(Belmonte et al., 2022; Dua, 2021; Wu et al., 2023)
	Teknik Fisika	Kimia Fisika	Teori kinetika gas, fenomena perpindahan, fisikokimia permukaan, dan kinetika kimia.	(Belmonte et al., 2022)
	Jurusan	Kimia Dasar	Aplikasi Kimia Dunia Nyata: Jenis	(Liu, 2024)

Jenjang Pendidikan	Jurusan	Mata Pelajaran/ Mata Kuliah	Materi dan Konteks Kimia	Sumber
	Teknik Lainnya		Semikonduktor dalam LED dan sel surya	

Meskipun beberapa materi kimia yang diajarkan memiliki kemiripan dengan kurikulum di sekolah menengah atas atau pada jurusan kimia di perguruan tinggi, namun perbedaan penyampaian materi kimia di pendidikan teknik dan kejuruan yang ada menambahkan konteks yang disesuaikan dengan spektrum jurusan dan karakteristik mata pelajaran yang diajarkan. Sebagai contoh, mempelajari senyawa hidrokarbon di jurusan SMK teknik otomotif tentu akan berbeda dengan mempelajari senyawa hidrokarbon di jurusan SMK agribisnis dan agroteknologi. Siswa SMK teknik otomotif akan lebih fokus mempelajari senyawa hidrokarbon jika dikaitkan dengan konteks bahan bakar minyak bumi dan dampaknya terhadap mesin kendaraan. Sementara itu, siswa SMK jurusan agribisnis dan agroteknologi akan lebih fokus mempelajari senyawa hidrokarbon jika dikaitkan dengan konteks pengolahan pangan. Dalam konteks pendidikan menengah kejuruan di Indonesia, kimia disebut sebagai mata pelajaran adaptif, yaitu mata pelajaran yang dapat mendukung mata pelajaran produktif atau keahlian (Trisnawati dkk., 2023).

Selain itu, di tingkat perguruan tinggi kejuruan dan sarjana teknik, konten dan konteks materi kimia jauh lebih spesifik dan dapat diterapkan untuk pemecahan masalah, seiring dengan perkembangan sains dan teknologi terkini. Sebagai contoh, jurusan yang berhubungan dengan tekstil akan mempelajari bahan kimia tekstil yang memiliki sensitivitas tinggi terhadap rangsangan lingkungan dengan menggunakan teknologi SmartTextile (Radulescu et al., 2020). Selain itu, jurusan teknik kimia akan mempelajari cara mengolah air dengan metode desalinasi tenaga surya dan mempelajari semikonduktor dalam memanfaatkan energi terbarukan dari LED dan sel surya (Liu, 2024). Berdasarkan kajian literatur tersebut, masih perlu dilakukan eksplorasi dan pengembangan konten dan konteks materi kimia lainnya yang relevan dengan karakteristik jurusan pada pendidikan teknik dan kejuruan berdasarkan kurikulum yang berlaku, antara lain jurusan yang berkaitan dengan ilmu kesehatan, farmasi, agroteknologi & agribisnis, kimia industri, teknik elektro, teknik konstruksi dan properti, tekstil, dan lain-lain. Selain itu, pengembangan konteks pembelajaran kimia pada materi khusus seperti asam-basa dan ikatan kimia juga perlu diteliti lebih lanjut pada pendidikan teknik dan kejuruan karena dalam penelitian terkini belum terlihat perbedaan dalam pengemasan materi dari kedua topik tersebut pada masing-masing kompetensi keahlian kejuruan dalam konteks dunia nyata.

Aspek Pedagogik dalam Pendidikan Teknik dan Kejuruan

Bagian ini menjelaskan tentang pendekatan pembelajaran dan capaian pembelajaran yang digunakan untuk menerapkan konten dan konteks materi kimia dalam pendidikan teknik dan kejuruan, khususnya pada tahun 2020-2024. Aspek pedagogik tersebut dikategorikan menjadi tiga aspek, yakni pendekatan pembelajaran yang diterapkan, media pembelajaran dan bahan ajar yang dikembangkan oleh para peneliti, dan capaian pembelajaran siswa yang diharapkan. Tabel 5 menunjukkan distribusi pendekatan pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran kimia di pendidikan teknik dan kejuruan.

Tabel 5. Data Pendekatan Pembelajaran Kimia yang Digunakan dalam Pendidikan Teknik dan Kejuruan

Pendekatan Pembelajaran	Frekuensi Penelitian
Pembelajaran STEM	4
Project-Based Learning	3
Learning Cycle 4E-RE	2
Problem-Based Learning	3
Pembelajaran Berbasis TIK	5
Pembelajaran Kontekstual	2
Peer & Team-Based Learning	1
Etnokimia	1
Chemoentrepreneurship	2
Pembelajaran Budaya Kerja Industri	1
Aktivitas Laboratorium	1

Informasi pada Tabel 5 menunjukkan bahwa pendekatan pembelajaran yang banyak diteliti adalah pembelajaran berbasis TIK dan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). Beberapa penelitian menggunakan pendekatan pembelajaran berbasis TIK karena kondisi pembelajaran jarak jauh akibat pandemi COVID-19 dan untuk menjelaskan konsep-konsep abstrak seperti struktur molekul dan ikatan kimia (Dua, 2021; Mesquita & Paz, 2022; Sophia dkk., 2022; Xiao & Depaynos, 2023). Pendekatan STEM juga banyak diteliti karena terbukti tidak hanya meningkatkan aspek psikomotorik serta pemahaman konsep dan literasi kimia siswa, tetapi juga membantu siswa mengembangkan keterampilan yang dibutuhkan di abad ke-21, seperti keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah. Pendekatan STEM, *STEM-Project Based Learning*, *Project-Based Learning (PjBL)*, dan *Problem-Based*

Learning (PBL) diterapkan dengan tujuan agar siswa dapat meningkatkan literasi kimia, keterampilan berpikir kritis, dan pemecahan masalah (Fadilah et al., 2020; Mulyopratikno & Wiyarsi, 2023; Radulescu et al., 2020; Rahmawati et al., 2021). Penelitian terkait inovasi pembelajaran kimia kontekstual seperti etnokimia dan *chemoentrepreneurship*, serta pembelajaran berorientasi budaya kerja industri, dapat menjadi saran untuk penelitian selanjutnya karena implementasinya masih minim. Padahal, pendekatan-pendekatan tersebut juga dapat berdampak langsung pada kebutuhan kompetensi mahasiswa di masa depan ketika bekerja di dunia industri dan usaha. Etnokimia merupakan pendekatan kontekstual yang mengangkat fakta saintifik kimia dari konteks kebudayaan atau kearifan lokal (Wiratma & Yuliamastuti, 2023), sedangkan *chemoentrepreneurship* merupakan pendekatan kontekstual yang mengaitkan aplikasi ilmu kimia dengan konteks wirausaha sehingga dapat memotivasi siswa untuk menghasilkan produk dan memiliki minat menjadi seorang *entrepreneur* (Arfina et al., 2020).

Penerapan pendekatan pembelajaran tentunya tidak terlepas dari penggunaan media pembelajaran dan bahan ajar. Tabel 6 menggambarkan jenis-jenis media pembelajaran dan bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran kimia di pendidikan teknik dan kejuruan.

Tabel 6. Jenis media pembelajaran/ bahan ajar yang digunakan dalam pembelajaran kimia di pendidikan teknik dan kejuruan

Jenis Media Pembelajaran/ Bahan Ajar	Frekuensi Penelitian
Buku dan modul	7
Virtual laboratory	3
Website & Platform e-learning	2
Augmented reality	2
Aplikasi android/smartphone	2
Three-tier assessment	1
Edu-kit	1
Permainan kartu	2
Multimedia & Video animasi	2

Mengacu pada pembelajaran berbasis TIK sebagai pendekatan yang paling banyak digunakan dalam pembelajaran kimia, jenis media pembelajaran yang digunakan antara lain laboratorium maya, situs web dan platform *e-learning*, *augmented reality*, multimedia dan animasi, serta aplikasi *android*. *Augmented reality* dan laboratorium maya juga bermanfaat sebagai media bagi siswa teknik dan kejuruan untuk melakukan praktik yang tidak mungkin dilakukan secara langsung di industri (Arsani et al., 2024; Lester & Hofmann, 2020; Sendari et al., 2020). Multimedia dan animasi digunakan untuk menunjukkan visualisasi interaksi

zat pada topik-topik seperti ikatan kimia (Sophia et al., 2022). Sementara itu, pengembangan aplikasi *android* digunakan dalam pembelajaran kimia analitik untuk menggantikan spektrofotometer dan kromatografi lapis tipis (Paristiowati et al., 2021; Widarti & Asrori, 2021). Meskipun media TIK merupakan media yang paling banyak dikembangkan, namun penggunaan teknologi dalam pembelajaran kimia di pendidikan teknik dan kejuruan masih terbatas. Penelitian selanjutnya perlu untuk mengembangkan pemanfaatan teknologi mutakhir seperti kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence*) dan *Virtual Reality* (VR).

Terakhir, pengembangan modul atau bahan ajar untuk pendidikan teknik dan kejuruan yang diulas dalam beberapa literatur adalah modul yang dikaitkan dengan pendekatan *chemoentrepreneurship* (kimia berorientasi kewirausahaan) dan konteks kejuruan yang dapat mendukung persiapan untuk dunia kerja dan usaha (Arfina dkk., 2020; Ulhaq dkk., 2021). Pengembangan bahan ajar juga menjadi saran untuk penelitian ke depan dalam rangka mendukung pembelajaran kimia pada pendidikan teknik dan kejuruan yang menghubungkan berbagai konteks aplikasi dunia nyata. Berbagai pendekatan dan media pembelajaran kimia pada pendidikan teknik dan kejuruan tentu bertujuan untuk meningkatkan hasil belajar dan berbagai keterampilan yang menunjang kinerja para lulusannya di dunia industri dan usaha. Capaian pembelajaran yang diteliti dipetakan dalam Tabel 7.

Tabel 7. Fokus dampak pembelajaran kimia di pendidikan teknik dan kejuruan terhadap hasil belajar siswa/mahasiswa.

Capaian Pembelajaran Kimia	Frekuensi Penelitian
Penguasaan konsep kimia	12
Literasi sains dan kimia	4
Motivasi belajar	4
Keterampilan berpikir kritis	3
Kreativitas/Keterampilan berpikir kreatif	1
Minat berwirausaha	2
Keterampilan metakognitif	1
Sikap/Karakter siswa	3
Psikomotorik	4
Problem-solving	3
Softskills	2

Berdasarkan Tabel 7., hampir seluruh pendekatan pembelajaran yang diteliti dapat meningkatkan penguasaan konsep kimia. Sementara itu, pendekatan STEM, pembelajaran berbasis TIK, dan pemanfaatan media pembelajaran digital mampu meningkatkan keterampilan praktik atau psikomotorik siswa. Adapun pembelajaran kontekstual dan model *Learning Cycle 4E-RE* dapat

meningkatkan motivasi belajar dan kemampuan literasi kimia siswa. Penguasaan konsep kimia dan literasi kimia tentu memberikan dampak dan pengalaman pembelajaran yang menarik bagi siswa/mahasiswa di pendidikan kejuruan dan teknik. Namun, keterampilan berpikir kreatif/kreativitas, keterampilan metakognitif, minat wirausaha, kolaborasi, keterampilan berpikir kritis, pemecahan masalah, dan *softskills* merupakan fokus utama dari pendidikan teknik dan kejuruan yang masih diperlukan lebih banyak penelitiannya. Beberapa literatur menunjukkan bahwa aspek karakter siswa, kemampuan berpikir kritis, dan pemecahan masalah masih dalam tahap awal pengembangan. Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut mengenai eksplorasi keterampilan berpikir kreatif/kreativitas, keterampilan metakognitif, minat wirausaha, kolaborasi, dan *softskills* lainnya juga tak kalah penting untuk mendukung siswa dalam menghadapi dunia industri dan usaha setelah lulus dari pendidikan.

Pendekatan pembelajaran seperti STEM, *Project-based Learning*, *Problem-based Learning*, *chemoentrepreneurship*, etnokimia, dan pembelajaran kontekstual lainnya yang dibantu dengan media pembelajaran digital dan bahan ajar dapat berpotensi untuk meningkatkan keterampilan berpikir kreatif/kreativitas, keterampilan metakognitif, minat wirausaha, kolaborasi, dan *softskills* lainnya. Melalui pendekatan-pendekatan tersebut, siswa/mahasiswa tidak hanya berhenti pada penguasaan konsep kimia saja, namun distimulus untuk mengembangkan keterampilan abad 21 karena telah masuk ke ranah berpikir tingkat tinggi. Implementasi dari pendekatan pembelajaran kimia untuk mencapai tujuan tersebut tentu tidak terlepas dari pengemasan konten kimia oleh konteks yang berkaitan erat dengan spektrum bidang pada pendidikan teknik dan kejuruan.

SIMPULAN

Konteks materi kimia yang paling banyak dipelajari pada pendidikan teknik dan kejuruan saat ini berkaitan dengan senyawa kimia dalam bahan bakar kendaraan bermotor dan dampak emisi gas yang dihasilkan, serta pemanfaatan sel elektrokimia sebagai energi terbarukan. Pendekatan pembelajaran kimia yang paling banyak diimplementasikan selama lima tahun terakhir meliputi pembelajaran berbasis TIK, pendekatan STEM, dan pengembangan modul berbasis kontekstual. Penerapan konteks materi kimia dan pendekatan yang digunakan terbukti dapat meningkatkan penguasaan konsep kimia dan literasi sains di pendidikan teknik dan kejuruan. Rekomendasi penelitian berikutnya adalah pengembangan konteks materi kimia yang dapat berdampak terhadap keterampilan abad 21 seperti kreativitas, berpikir kritis, kolaborasi, pemecahan masalah, *entrepreneurship*, dan metakognitif. Pengembangan tersebut dapat didukung dengan

pendekatan STEM, *Project-based Learning*, *Problem-based Learning*, *chemoentrepreneurship*, etnokimia, serta media pembelajaran berbasis *Artificial Intelligence* atau *Virtual Reality* pada pembelajaran kimia di pendidikan teknik dan kejuruan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustian, H.Y., Finne, L.T., Jørgensen, J.T., Pedersen, M.L., Christiansen, F.V., Gammelgaard, B., & Nielsen, J.A. (2022). Learning outcomes of university chemistry teaching in laboratories: A systematic review of empirical literature. *Review of Education*, 10(2), 1–41. <https://doi.org/10.1002/rev3.3360>
- Alqtaishat, A.S.O. (2021). The effect of learning by the generative teaching strategy on academic achievement and retention of chemical concepts in chemistry for tenth grade students in busira directorate of education schools. *Journal of Education and Practice*, 12(31), 1–8. <https://doi.org/10.7176/jep/12-31-01>
- Arfina, R., Dj, L., Oktavia, B., & Kalmar, U. (2020). Development of hemoentrepreneurship-Oriented Chemistry Module to Increase Students Entrepreneurial Interest Of Class XI Even Semester Health Vocational High School. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*, 5(7), 1137–1142. <https://doi.org/10.38124/ijisrt20jul753>
- Arsani, I.A.A., Manuaba, I.B.P., Darma, I.K., & Yusuf, M. (2024). Virtual laboratory and self-efficacy in optimizing problem-solving skills: a case in applied chemistry learning in vocational college. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 26(1), 171–182. <https://doi.org/10.21009/jtp.v26i1.39559>
- Belmonte, I.S., Borges, A.V., & Garcia, I.T.S. (2022). Adaptation of physical chemistry course in covid-19 period: reflections on peer instruction and team-based learning. *Journal of Chemical Education*, 99(6), 2252–2258. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00529>
- Clark, G.A., Humphries, M.L., Perez, J., Udoetuk, S., Bhatt, K., Domingo, J.P., Garcia, M., Daubenmire, P.L., Mansuri, N., & King, M. (2020). Urinalysis and prenatal health: evaluation of a simple experiment that connects organic functional groups to health equity. *Journal of Chemical Education*, 97(1), 48–55. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00408>
- Dinihari, P., Effendy, Rahayu, S., & Dasna, I. W. (2021). Evaluation of learning cycle 4E-RE to improve chemistry learning of vocational high school students. *Journal of Technical*

- Education and Training*, 13(2), 108–114.
<https://doi.org/10.30880/jtet.2021.13.02.010>
- Dinihari, P., Rahayu, S., & Dasna, I. W. (2020). The impact of 4E-RE learning cycle on vocational student learning motivation of adaptive chemistry subjects. *AIP Conference Proceedings*, 2215.
<https://doi.org/10.1063/5.0000598>
- Dua, R. (2024). Innovative use of technologies to teach chemical engineering core classes and laboratories during the COVID-19 pandemic at an HBCU. *2021 ASEE Virtual Annual Conference Content Access Proceedings*.
<https://doi.org/10.18260/1-2--37343>
- Fadilah, S. N., Marfu'ah, S., & Wonorahardjo, S. (2020). Edu-KIT “Our Coffee” development on problem based learning model for vocational agribusiness and agrotechnology programs on material separation mixture. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 14(12), 41.
<https://doi.org/10.3991/ijim.v14i12.15571>
- Grigoryeva, M. V., & Bagnavets, N. L. (2023). Use of project-based learning and case technology in the course of Chemistry for training agricultural engineers. *Agricultural Engineering (Moscow) (In Russ.)*, 25(6), 83–87. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2023-6-83-87>
- Haryani, S., Dewi, S. H., Wardani, S., & Supardi, K. I. (2021). Integrated vocational context in chemical teaching materials for vocational school. *Journal of Physics Conference Series*, 1918(3), 032027.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1918/3/032027>
- Janoušková, S., Adamec, M. Č., Pumpr, V., & Chrpová, D. (2024). Chemistry Education in Secondary Vocational Schools – To Have It or Not to Have It? And what Kind? *Chemické Listy*, 118(5), 290–295.
<https://doi.org/10.54779/chl20240290>
- Kraus, S., Breier, M., Lim, W. M., Dabić, M., Kumar, S., Kanbach, D., . . . Ferreira, J. J. (2022). Literature reviews as independent studies: guidelines for academic practice. *Review of Managerial Science*, 16(8), 2577–2595. <https://doi.org/10.1007/s11846-022-00588-8>
- Krisandini, T., & Anwar, S. (2024). A systematic literature review : Content and pedagogy that developed in chemistry teaching and learning materials at secondary school. *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, 13(2), 2103–2110.
- Lehn, J. (2015). Perspectives in Chemistry—Aspects of adaptive chemistry and materials. *Angewandte Chemie International Edition*, 54(11), 3276–3289.
<https://doi.org/10.1002/anie.201409399>
- Lester, S., & Hofmann, J. (2020). Some pedagogical observations on using augmented reality in a vocational practicum. *British Journal of Educational Technology*, 51(3), 645–656.
<https://doi.org/10.1111/bjet.12901>
- Lewi, Y. Y., & Listyarini, R. V. (2022). Development of environmental friendly chemistry practicum module for vocational high school. *AIP Conference Proceedings*.
<https://doi.org/10.1063/5.0112727>
- Lia, R. M., Rusilowati, A., & Isnaeni, W. (2020). The implementation of NGSS-oriented learning at engineering skill programs in a vocational high school: analysis of students’ cognitive and psychomotor profiles. *Journal of Physics. Conference Series*, 1567(4), 042085.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1567/4/042085>
- Liu, P. (2024). Improving Student Motivation and Perception of Chemistry’s Relevance by Learning about Semiconductors in a General Chemistry Course for Engineering Students. *Journal of Chemical Education*, 101(2), 411–419.
<https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00721>
- Luft, J. A., Jeong, S., Idsardi, R., & Gardner, G. (2022). Literature Reviews, Theoretical Frameworks, and Conceptual Frameworks: An introduction for new biology education researchers. *CBE Life Sciences Education*, 21(3). <https://doi.org/10.1187/cbe.21-05-0134>
- Masbukhin, F. A. A., & Sausan, I. (2023). Analyzing the Implementation of Kurikulum Merdeka: Insights from Chemistry Educators in Gunung Kidul Vocational Schools. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(12), 11250–11260.
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i12.5991>
- Mesquita, I. S., & Paz, M. P. A. da. (2022). Bonds, Practice, and Chemistry: Experience Report and Reflections on Potentialities of Teaching-Learning Process of Chemical Technicians in Midst of The COVID-19 Pandemic. *Southern Brazilian Journal Of Chemistry 2021 International Conference*, 1–4. <https://doi.org/10.48141/SBJCHEM.21scon.18>
- Mulyopratikno, F. W., & Wiyarsi, A. (2023). STEM-based chemistry learning in a vocational context: A study of students’ chemical literacy. *AIP Conference Proceedings*.
<https://doi.org/10.1063/5.0110399>
- Nandiyanto, A. B. D., Hofifah, S. N., Girsang, G. C. S., Trianadewi, D., Ainisyifa, Z. N., Siswanto,

- A., . . . Muslimin, Z. (2022). Distance learning innovation in teaching chemistry in vocational school using the concept of isotherm adsorption of carbon microparticles. *Journal of Technical Education and Training/Journal of Technical Education and Training*, 14(1). <https://doi.org/10.30880/jtet.2022.14.01.002>
- Ningtyas, Y. A., Haryani, S., & Mursiti, S. (2022). The effect of using problem based chemical module assisted by the Quartchem card on students learning outcomes and creativity. *Journal of Innovative Science Education*, 11(2), 142–148. <https://doi.org/10.15294/jise.v10i1.14203>
- Paristiowati, M., Moersilah, M., Nurjayadi, M., & Fitria, A. N. (2021). RGB-ColorMeter on smartphones as a simple spectrophotometer: An alternative method of teaching spectrophotometry at the vocational high school of chemical analysts. *Journal of Physics. Conference Series*, 1869(1), 012064. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1869/1/012064>
- Radulescu, I. R., Almeida, L., Malengier, B., Stjepanovic, Z., Blaga, M., & Dufkova, P. (2020). E-learning course in smart textiles. *Proceedings of the 14th IADIS International Conference E-Learning - Part of the 14th Multi Conference on Computer Science and Information Systems (MCCSIS 2020)*, 155–159.
- Rahmawati, Y., Hadinugrahaningsih, T., Ridwan, A., Palimbunga, U. S., & Mardiah, A. (2021). Developing the critical thinking skills of vocational school students in electrochemistry through STEM - project-based learning (STEM-PjBL). *AIP Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.1063/5.0041915>
- Ramdhayani, H. G., Purwoko, A. A., & Muntari, N. (2023). Project based learning to improve vocational school students' metacognition skills. *AIP Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.1063/5.0130560>
- Reshmi, D. B. (2022). Problems faced by diploma engineering students in learning chemical reaction. *Kaladarpan कलादर्पण*, 97–108. <https://doi.org/10.3126/kaladarpan.v2i1.50554>
- Sari, S. E., Susilawati, & Anwar, L. (2021). E-Module Development on Hydrocarbon Compounds Material for Class X Agricultural Vocational High School. *Journal of Educational Sciences*, 5(1), 36–52. <https://jes.ejournal.unri.ac.id/index.php/JES/article/view/8128/6702>
- Quari, T. Q. S. (2024). The implementation of Industrial Work Culture as an effort to educate students' character in Qualitative analysis Practical Learning for Grade XI of Analytical Chemistry Department at SMTI Yogyakarta Vocational School. *IJCER (International Journal of Chemistry Education Research)*, 8(1), 24–31. <https://doi.org/10.20885/ijcer.vol8.iss1.art4>
- Sendari, S., Jiono, M., Diantoro, M., Puspitasari, P., Surjanto, H., & Nur, H. (2020). Augmented reality for introducing fuel cell as electrochemical energy conversion on vocational school. *International Journal of Interactive Mobile Technologies (IJIM)*, 14(12), 16. <https://doi.org/10.3991/ijim.v14i12.15573>
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Sophia, E. N., Karyono, H., & Gunawan, W. (2022). Development of Information Technology (IT) based learning model using Flip Animation on chemical bonding material Grade X in Yapalis Vocational High School Krian. *International Journal of Social Science And Human Research*, 05(03), 1092–1104. <https://doi.org/10.47191/ijsshr/v5-i3-50>
- Susilawati, A., Rochintaniawati, D., Hasanah, L., Kustiawan, I., Rustaman, N., & Kaniawati, I. (2023). Profile of the need for STEM teaching materials in science learning in vocational schools. *IJIS Edu: Indonesian Journal of Integrated Science Education*, 5(2), 145-153. <http://dx.doi.org/10.29300/ijisedu.v5i2.11160>
- Trisnawati, A., Sari, C., & Sussolaikah, K. (2023). Pelatihan pengenalan kesehatan dan keselamatan kerja di laboratorium kimia bagi siswa SMK Cendekia Madiun. *Jurnal ABDIMAS Indonesia*, 1(3), 36–41. <https://doi.org/10.59841/jurai.v1i3.322>
- Ulhaq, M. Z., Wijayati, N., & Sumarni, W. (2021). Implementation of the CTL model with the CEP approach to improve student learning outcomes and entrepreneurial interest in matter-properties and changes in SMK. *Journal of Innovative Science Education*, 9(3), 35–42. <https://doi.org/10.15294/jise.v9i1.37986>
- Wahyudi, A., Richardo, R., Eilks, I., & Kulgemeyer, C. (2023). development of three tier open-ended instrument to measure chemistry students' critical thinking disposition using Rasch analysis. *International Journal of Instruction*, 16(3), 191–204. <https://doi.org/10.29333/iji.2023.16311a>

- Wibowo, T., Ningrum, L. S., Lathifa, U., Fibonacci, A., & Zammi, M. (2021). Increase motivation of student in vocational high school using Unity of Sciences-Based chemistry books. *Journal of Physics Conference Series*, *1796*(1), 012111. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012111>
- Widarti, H. R., & Asrori, M. R. (2021). The development of Android-based thin layer chromatography learning material with project-based learning. *AIP Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.1063/5.0043359>
- Wiratma, I. G. L., & Yuliamastuti, I. A. A. (2023). Ethnochemistry Potential of Vines Contained in Lontar Usada Taru Pramana on Students' Scientific Explanation Skills through Task-Based Learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, *12*(2), 208–220. <https://doi.org/10.15294/jpii.v12i2.42826>
- Wiyarsi, A., Fitriyana, N., Senam, N., & So, W. M. W. (2023). An initial knowledge of prospective chemistry teachers' skills in integrating STEM-Based chemistry learning at vocational school. *AIP Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.1063/5.0109935>
- Wiyarsi, A., Pratomo, H., & Priyambodo, E. (2017). Chemistry Learning: Perception and Interest of Vocational High School Students of Automotive Engineering Program. *3rd International Seminar On Science Education*, *3*, 359–366.
- Wiyarsi, A., Pratomo, H., & Priyambodo, E. (2020). Vocational High School Students Chemical Literacy on Context-Based Learning: A case of Petroleum topic. *Journal of Turkish Science Education*, *17*(1), 147–161. <https://doi.org/10.36681/tused.2020.18>
- Wu, J., Ding, Y., Lv, Y., Yu, E., Wei, Z., & Meng, G. (2023). Discussion on the integrated teaching mode of science and education based on PBL—"Take Solar Energy Desalination Xinjiang Salt-Alkali Water Treatment" as an example. *International Journal of New Developments in Education*, *5*(20). <https://doi.org/10.25236/ijnde.2023.052030>
- Xiao, H., & Depaynos, J. L. (2023). Exploration of quality teaching mode of higher vocational chemistry under new media technology. *International Journal of Science and Engineering Applications*, *12*(08), 130–136. <https://doi.org/10.7753/ijsea1208.1042>
- Yulastini, I. B., Rahayu, S., Fajaroh, F., & Mansour, N. (2018). Effectiveness of POGIL with SSI Context on Vocational High School Students' Chemistry Learning Motivation. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, *7*(1), 85–95. <https://doi.org/10.15294/jpii.v7i1.9928>

PROFIL SINGKAT

Nisrina Zahira Putri Irawan, merupakan lulusan sarjana dari Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Islam Indonesia, pada tahun 2020. Saat ini sedang menempuh studi Magister Pendidikan Kimia di Universitas Pendidikan Indonesia sejak tahun 2023.

Sjaeful Anwar, merupakan dosen di Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Pendidikan Indonesia sejak tahun 1987. Beliau menempuh studi S1 di Program Studi Pendidikan Kimia IKIP Bandung, S2 Kimia Anorganik di Universität Dortmund, dan lulus dari studi S3 Pendidikan Kimia di Universität Dortmund pada tahun 1995.

Heli Siti Halimatul Munawaroh, merupakan dosen di Program Studi Pendidikan Kimia Universitas Pendidikan Indonesia. Beliau menempuh studi S1 di Program Studi Pendidikan Kimia IKIP Bandung, S2 Biokimia di Institut Teknologi Bandung, dan lulus dari studi S3 Biokimia di Shizuoka University pada tahun 2014.