



Examining Chemistry Teachers' Conceptual Understanding Based on Their Teaching Experiences in Simple Chemistry Demonstrations Activities Assisted by Exploratory Worksheets

[Telaah Pemahaman Konseptual Guru Kimia Berdasarkan Pengalaman Mengajarnya pada Kegiatan Demonstrasi Materi Kimia Sederhana Berbantuan Lembar Kerja Eksploratif]

Atep Rian Nurhadi^{1*}, Hernani¹, Ali Kusrijadi¹, Qonita Mu'minah¹

¹ Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung (40154), Indonesia

ABSTRAK

Penguatan pemahaman konseptual guru kimia menjadi tantangan penting dalam meningkatkan kualitas pembelajaran sains yang kontekstual dan bermakna. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk menguatkan pemahaman konseptual guru terhadap fenomena dasar kimia berdasarkan evaluasi terhadap hasil respon pada lembar kerja demonstrasi. Sebanyak 30 guru kimia anggota MGMP di Provinsi Banten mengikuti pelatihan yang mencakup demonstrasi sembilan eksperimen sederhana dan pengisian lembar kerja eksploratif. Analisis dilakukan secara deskriptif-naratif dengan mempertimbangkan indikator akurasi ilmiah dan kedalaman penjelasan, serta dikaitkan dengan pengalaman mengajar. Hasil menunjukkan bahwa guru senior (>20 tahun) cenderung memberikan penjelasan yang lebih logis dan ilmiah serta memiliki kemampuan metakognitif yang lebih tinggi. Guru pemula memiliki kemampuan komunikasi yang baik, namun kurang mampu menjelaskan secara ilmiah yang mendalam, sementara guru menengah menunjukkan gejala stagnasi konseptual. Beberapa demonstrasi juga memunculkan miskonsepsi sistemik, terutama pada fenomena yang tidak kasatmata. Temuan ini menegaskan bahwa pendekatan berbasis demonstrasi dan lembar kerja eksploratif tidak hanya efektif untuk mengembangkan pemahaman konseptual, tetapi juga berfungsi sebagai alat refleksi pedagogis. Implikasi praktisnya meliputi potensi replikasi dalam program pelatihan guru seperti PPG, IHT MGMP, dan supervisi berbasis *coaching*. Kegiatan ini merekomendasikan pelibatan guru senior sebagai fasilitator dalam skema pengembangan komunitas belajar profesional, sejalan dengan arah kebijakan Merdeka Belajar.

ABSTRACTS

Strengthening chemistry teachers' conceptual understanding remains a critical challenge in enhancing the quality of contextual and meaningful science learning. This community service initiative aims to reinforce teachers' conceptual grasp of fundamental chemical phenomena by analyzing their responses to exploratory worksheet tasks during demonstration-based activities. A total of 30 chemistry teachers, all members of MGMP in Banten Province, participated in a training program that involved nine simple chemical demonstrations accompanied by

INFO ARTIKEL

Diterima: 9 Juni 2025
Direvisi: 27 Juni 2025
Disetujui: 28 Juni 2025
Terpublikasi *online*: 30 Juni 2025

Kata Kunci:

Literasi sains
Project based learning
Zat dan perubahannya

Keywords:

Science Literacy
Project Based Learning
Matter and its changes

structured worksheet-based exploration. A descriptive-narrative analysis was conducted, focusing on indicators of scientific accuracy and explanatory depth, and interpreted in relation to participants' teaching experience. The findings reveal that senior teachers (with more than 20 years of experience) tend to provide more logical and scientifically accurate explanations, alongside demonstrating higher metacognitive awareness. In contrast, novice teachers exhibited strong communication skills but lacked depth in scientific reasoning, while mid-career teachers showed signs of conceptual stagnation. Several demonstrations also revealed systemic misconceptions, particularly in relation to invisible or abstract phenomena. These results underscore the effectiveness of demonstration-based learning integrated with exploratory worksheets not only in fostering deeper conceptual understanding but also as tools for pedagogical reflection. The practical implications suggest that this model is replicable in teacher training programs such as PPG, MGMP-IHT, and coaching-based supervision initiatives. Furthermore, the study recommends the active involvement of senior teachers as facilitators in professional learning communities, aligning with the broader goals of Indonesia's Merdeka Belajar education reform policy.

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

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

Pendahuluan

Penguatan kapasitas guru dalam penguasaan konsep sains, khususnya kimia, menjadi elemen fundamental dalam mewujudkan pembelajaran yang bermakna, kontekstual, dan berbasis *scientific inquiry*. Kompetensi guru dalam memahami dan menjelaskan prinsip-prinsip kimia secara ilmiah tidak hanya berkontribusi terhadap efektivitas pembelajaran, tetapi juga berperan dalam menumbuhkan literasi sains peserta didik serta mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan reflektif (Clermont et al., 1994; Dayal & Ali-Chand, 2022). Namun demikian, studi-studi mutakhir menunjukkan bahwa pemahaman konseptual guru kimia masih cukup rendah, terutama dalam menjembatani antara konten ilmiah dan praktik pedagogis di kelas (Uzuntiryaki-Kondakci et al., 2021; Ye et al., 2024).

Kondisi ini diperparah oleh minimnya akses terhadap fasilitas laboratorium serta keterbatasan program pelatihan berkelanjutan yang mampu menyediakan pengalaman langsung dalam eksperimen atau demonstrasi yang aplikatif. Akibatnya, pembelajaran kimia di sekolah masih banyak didominasi pendekatan teoretis yang cenderung abstrak, dan kurang mampu menghubungkan konsep kimia dengan fenomena nyata dalam kehidupan sehari-hari (Sewry et al., 2014; Vinko et al., 2020). Oleh karena itu, diperlukan strategi yang inovatif dan berbasis partisipatif untuk meningkatkan pemahaman konseptual guru melalui pendekatan yang praktis dan relevan dengan konteks lapangan.

Salah satu pendekatan yang terbukti efektif adalah penggunaan demonstrasi kimia sederhana yang disertai dengan lembar kerja eksploratif. Pendekatan ini tidak hanya memperkuat keterhubungan antara konsep dan praktik, tetapi juga meningkatkan keterlibatan aktif guru dalam mengobservasi, menafsirkan, dan mengomunikasikan fenomena ilmiah secara sistematis (Lusiana et al., 2021; Obispo & Ligsanan, 2025). Di sisi lain, keterlibatan dalam kegiatan pelatihan berbasis demonstrasi dapat meningkatkan kepercayaan diri guru dalam menyampaikan materi serta memperluas strategi pembelajaran yang kontekstual dan menyenangkan (Fatimah et al., 2022; Abouelenein et al., 2023).

Dalam kerangka tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat (PkM) yang diselenggarakan oleh perguruan tinggi memiliki potensi strategis sebagai wahana peningkatan profesionalisme guru, khususnya dalam konteks wilayah dengan keterbatasan akses pelatihan seperti di Provinsi Banten. Namun, kajian empiris terkait efektivitas keterlibatan guru dalam PkM berbasis eksperimen terhadap peningkatan pemahaman konseptualnya masih relatif terbatas. Selain itu, peran variabel pengalaman mengajar guru dalam memengaruhi kualitas penalaran ilmiah dan pedagogis juga belum banyak diangkat dalam literatur pengabdian.

Berdasarkan latar belakang tersebut, tujuan dari kegiatan ini adalah untuk menguatkan pemahaman konseptual guru kimia terhadap fenomena-fenomena dasar yang ditampilkan dalam demonstrasi kimia sederhana melalui evaluasi terhadap respons pada pengisian lembar kerja demonstrasi. Secara khusus,

eksplorasi lebih lanjut dilakukan dengan cara menganalisis kualitas penjelasan guru berdasarkan indikator akurasi ilmiah, kedalaman penjelasan, serta mengkaji hubungan antara lama pengalaman mengajar dengan eksplorasi konseptual yang ditampilkan. Hasil dari kegiatan ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pengembangan model pelatihan guru berbasis praktik eksploratif, yang sesuai dengan konteks kebutuhan guru dan kebijakan pendidikan nasional.

Metode

Kegiatan PkM ini diselenggarakan oleh Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FPMIPA), Universitas Pendidikan Indonesia. Program ini dirancang sebagai bagian dari upaya sistematis untuk meningkatkan pemahaman konseptual dan keterampilan pedagogis guru kimia di Provinsi Banten melalui pendekatan berbasis demonstrasi kimia dan lembar kerja eksploratif.

Sebanyak 30 guru kimia yang tergabung dalam Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Kimia tingkat provinsi menjadi partisipan dalam kegiatan ini. Seleksi peserta dilakukan secara terbuka melalui koordinasi MGMP, dengan mempertimbangkan keterwakilan dari berbagai kabupaten/kota dan variasi latar belakang pengalaman mengajar. Keberagaman ini diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai tingkat pemahaman konseptual guru di berbagai tahap karier profesional.

Kegiatan dilaksanakan melalui tiga tahapan utama: (1) pelatihan teori dan pengantar konsep, (2) demonstrasi langsung oleh tim dosen terhadap sembilan eksperimen kimia sederhana yang telah diadaptasi dari Fatimah *et al.* (2022), dan (3) pengisian lembar kerja oleh peserta sebagai instrumen utama asesmen. Setiap eksperimen dirancang untuk mengungkap fenomena kimia dasar yang relevan dengan kurikulum sekolah menengah serta mudah direplikasi dengan peralatan terbatas.

Lembar kerja dirancang untuk memfasilitasi observasi, interpretasi data, serta penjelasan konseptual dari setiap fenomena yang ditampilkan dalam demonstrasi. Aspek-aspek yang dikaji dalam lembar kerja meliputi: (1) akurasi ilmiah penjelasan peserta terhadap fenomena, dan (2) kedalaman penjelasan konseptual. Dua indikator ini mengacu pada kerangka penilaian dari Mönch & Markic (2023) serta Marzabal *et al.* (2019), dengan kategori penilaian: tepat, cukup, dan perlu pendalaman untuk akurasi ilmiah, serta logis dan ilmiah, baik, dan kurang untuk kedalaman penjelasan.

Untuk memperoleh pemahaman yang lebih holistik, data dianalisis secara deskriptif-naratif. Analisis dilakukan dengan mengelompokkan jawaban guru berdasarkan lama pengalaman mengajar (0–5 tahun, 5–10 tahun, 10–20 tahun, dan >20 tahun), guna mengidentifikasi hubungan potensial antara pengalaman profesional dan pemahaman konseptual. Kemampuan konseptual dalam konteks ini didefinisikan sebagai kemampuan guru dalam mengaitkan hasil observasi dengan prinsip-prinsip kimia secara sistematis, logis, dan ilmiah.

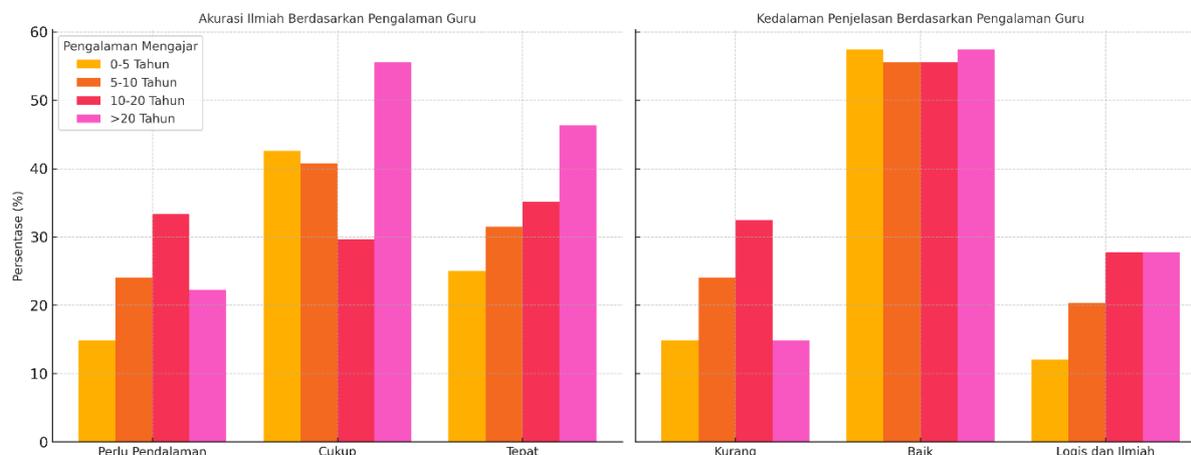
Triangulasi dilakukan melalui diskusi antar anggota tim pelaksana kegiatan, pencocokan antara data lembar kerja dan observasi lapangan, serta pencatatan reflektif selama proses pelatihan dan demonstrasi. Validitas data juga diperkuat dengan membandingkan respons tertulis peserta dengan pemaknaan lisan yang muncul selama diskusi kelompok. Pendekatan ini memungkinkan eksplorasi mendalam terhadap kecenderungan berpikir peserta serta memberikan dasar yang kuat bagi interpretasi hasil.

Hasil dan Pembahasan

Visualisasi hasil analisis terhadap respons guru pada lembar kerja ditampilkan dalam Gambar 1, yang memuat perbandingan capaian guru berdasarkan dua indikator utama: akurasi ilmiah dan kedalaman penjelasan. Gambar 1 menunjukkan tren yang jelas dalam keterkaitan antara pengalaman mengajar dengan kualitas pemahaman konseptual guru kimia. Guru dengan pengalaman lebih dari 20 tahun menempati proporsi tertinggi pada kategori "Tepat" dalam indikator akurasi ilmiah (46,3%) serta pada kategori "Logis dan Ilmiah" dalam indikator kedalaman penjelasan (27,8%). Sebaliknya, kelompok guru pemula (0–5 tahun) lebih dominan dalam kategori "Cukup" (42,6%) dan "Baik" (57,4%), menunjukkan potensi komunikasi yang baik namun masih perlu penguatan konseptual. Guru dengan pengalaman menengah (5–20 tahun) cenderung menunjukkan sebaran yang kurang konsisten dan signifikan dalam dua indikator tersebut, mengindikasikan kemungkinan stagnasi profesional. Pola ini menunjukkan bahwa akumulasi pengalaman, jika disertai dengan refleksi dan pelatihan berkelanjutan, dapat berkontribusi terhadap peningkatan kualitas penjelasan ilmiah guru secara sistematis.

Penjabaran berdasarkan pada kutipan jawaban guru dalam lembar kerja disusun ke dalam tiga subbagian: (1) Profil Akurasi Ilmiah Berdasarkan Pengalaman Mengajar, (2) Kedalaman Penjelasan dan Koherensi Ilmiah, (3) Fenomena Spesifik: Performa Demonstrasi Tertentu, dan (4) Implikasi terhadap Desain Pengembangan Profesional Guru.

Evaluasi Guru Berdasarkan Pengalaman Mengajar terhadap Akurasi Ilmiah dan Kedalaman Penjelasan Materi



Gambar 1. Profil keterhubungan pengalaman mengajar dengan akurasi ilmiah dan kedalaman penjelasan materi.

1. Profil Akurasi Ilmiah Berdasarkan Pengalaman Mengajar

Temuan mengenai perbedaan akurasi ilmiah berdasarkan pengalaman mengajar menegaskan pentingnya akumulasi profesional dalam membangun kejelian konseptual guru. Secara umum, guru dengan pengalaman >20 tahun menunjukkan akurasi penjelasan tertinggi, dengan 46,3% respon berada pada kategori “Tepat”, disusul oleh guru dengan pengalaman 10–20 tahun sebesar 35,2%, dan guru 5–10 tahun sebesar 31,5%. Sebaliknya, kelompok guru pemula (0–5 tahun) hanya menunjukkan 25,0% pada kategori tersebut, dan lebih dominan pada kategori “Cukup” (42,6%).

Pola ini menunjukkan bahwa peningkatan pengalaman tidak serta-merta menjamin peningkatan kualitas penjelasan, namun dapat menjadi faktor pendukung signifikan bila diiringi refleksi dan pembaruan ilmu. Temuan ini juga memperkuat indikasi bahwa guru dengan pengalaman menengah (10–20 tahun) cenderung mengalami stagnasi konseptual, sebagaimana tercermin dari proporsi kategori “Cukup” yang masih tinggi (29,6%) dan “Perlu Pendalaman” (33,3%). Hal ini menjadi dasar penting dalam merancang pelatihan guru yang adaptif terhadap tahapan karier.

Secara umum, guru dengan pengalaman >20 tahun menunjukkan akurasi penjelasan tertinggi, terutama dalam mengaitkan fenomena makroskopik dengan prinsip kimia secara mikroskopik dan teoritis. Misalnya, pada eksperimen “Obor Logam”, salah satu guru senior menuliskan:

“Nyala putih berasal dari pembakaran logam Mg yang bereaksi dengan oksigen, menghasilkan energi dalam bentuk cahaya terang.”

Pernyataan ini menunjukkan pemahaman terhadap reaksi redoks dan hubungan antara pelepasan energi dengan panjang gelombang cahaya yang dihasilkan—ciri dari akurasi ilmiah yang tinggi (Mönch & Markic, 2023).

Sebaliknya, guru dengan pengalaman menengah (10–20 tahun) sering kali memberikan penjelasan permukaan yang kurang spesifik, seperti:

“Nyala warna putih karena ada logam yang dibakar.”

Jawaban ini bersifat deskriptif tanpa elaborasi kimiawi, mengindikasikan stagnasi konseptual sebagaimana dijelaskan oleh Podolsky *et al.* (2019), yaitu fase di mana pengalaman mengajar tidak selalu berbanding lurus dengan peningkatan pemahaman ilmiah, terutama bila tidak diimbangi pembaruan pengetahuan. Hasil ini juga sejalan dengan Nixon *et al.* (2016) yang menekankan bahwa pengalaman saja tidak menjamin penguasaan konsep jika tidak disertai penguatan akademik dan refleksi.

Kelompok guru dengan pengalaman 5–10 tahun pun sering menunjukkan jawaban “perlu pendalaman.” Pada eksperimen “Sensitif Panas”, seorang guru menuliskan:

“Warna berubah karena terkena air dan panas, jadi warnanya jadi pink.”

Sebaliknya, guru dengan pengalaman >20 tahun menguraikan:

“Kertas berubah warna karena ion CoCl_2 membentuk kompleks dengan H_2O menjadi $[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ berwarna pink. Ketika kering, ion kembali menjadi $[\text{CoCl}_4]^{2-}$ yang berwarna biru.”

Perbandingan ini menunjukkan bagaimana pengalaman, jika diimbangi dengan praktik reflektif dan keterlibatan dalam riset atau pelatihan berbasis observasi, dapat memperkuat akurasi ilmiah (Berbegal-Mirabent *et al.*, 2018; Chen & Chen, 2021). Selain itu, kutipan tersebut menampilkan kemampuan

menjelaskan transformasi kompleks logam dalam kaitannya dengan kelembaban udara yang merupakan suatu indikator keakuratan ilmiah dan penguasaan prinsip mikroskopik.

Secara keseluruhan, hasil ini menguatkan temuan Clermont *et al.* (1994) bahwa guru berpengalaman memiliki daya nalar representasional yang lebih tinggi dan lebih cermat dalam menjelaskan fenomena kompleks. Ini juga menguatkan pentingnya pengembangan *pedagogical content knowledge* (PCK) seperti yang dikemukakan oleh Shulman (1986) dan Driel *et al.* (2002).

2. Kedalaman Penjelasan dan Koherensi Ilmiah

Kedalaman penjelasan mencerminkan kemampuan guru dalam menyusun narasi ilmiah yang tidak hanya faktual, tetapi juga koheren, kausal, dan bermakna bagi siswa. Guru dengan pengalaman >20 tahun cenderung memberikan justifikasi ilmiah yang lengkap, tercermin dari proporsi 27,8% yang berada pada kategori “Logis dan Ilmiah”. Sementara itu, kelompok guru 10–20 tahun dan 5–10 tahun masing-masing menunjukkan capaian 27,8% dan 20,4% dalam kategori yang sama, namun lebih banyak berada pada kategori “Baik” (55,6% untuk keduanya). Guru pemula (0–5 tahun) menunjukkan dominasi pada kategori “Baik” (57,4%) namun hanya 12,0% yang masuk dalam kategori “Logis dan Ilmiah”.

Data ini menunjukkan bahwa meskipun kemampuan observasional dan komunikasi awal sudah cukup baik pada guru pemula, penguasaan aspek kausalitas ilmiah dan koherensi argumentatif masih berkembang. Hal ini menguatkan perlunya pelatihan yang tidak hanya fokus pada isi materi, tetapi juga pada strategi penyusunan penjelasan ilmiah yang sistematis. Peningkatan kategori “Logis dan Ilmiah” secara konsisten pada guru dengan pengalaman >20 tahun mengindikasikan bahwa refleksi mendalam dan pengalaman praktis berkontribusi positif terhadap struktur kognitif guru dalam menjelaskan konsep secara menyeluruh.

Berdasarkan pada jawaban guru dalam lembar kerja, misalnya pada eksperimen “Sensitif Panas”, seorang guru menuliskan:

“Ion kobalt mengalami perubahan kompleksasi dari $[CoCl_4]^{2-}$ ke $[Co(H_2O)_6]^{2+}$ saat kertas terkena air. Perubahan warna dari biru ke pink menandakan transisi ini.”

Penjelasan ini menunjukkan hubungan antara observasi makroskopik dan konsep kimia mikroskopik (kompleks ion dan perubahan struktur koordinasi), sekaligus mengandung mekanisme reaksi dan aspek teori ikatan merupakan dimensi yang menjadi ciri utama *scientific coherence* (Marzabal *et al.*, 2019).

Sementara itu, guru pemula cenderung menggunakan narasi komunikatif namun kurang berbasis konsep, misalnya:

“Warnanya berubah karena panas dan air membuat reaksi.”

Pernyataan ini tidak menyebutkan jenis reaksi, mekanisme, atau partisipan kimiawi, meskipun menunjukkan keterlibatan pengamatan. Hal ini menunjukkan bahwa kedalaman penjelasan perlu dibangun secara bertahap melalui *scaffold* dan latihan reflektif.

Guru menengah juga cenderung berada pada zona ambiguitas. Misalnya, dalam eksperimen “Aji Terpesona”, seorang guru menuliskan:

“Asap muncul karena bahan kimia terbakar saat disentuh.”

Namun, guru lain menjelaskan lebih dalam:

“Fosfor bereaksi dengan oksigen di udara membentuk P_2O_5 sebagai asap putih. Reaksi ini berlangsung spontan karena fosfor sangat reaktif.”

Perbedaan ini mendukung argumen bahwa guru yang memiliki *metacognitive awareness* cenderung mampu menjelaskan tidak hanya apa yang terjadi, tetapi juga mengapa dan bagaimana proses itu berlangsung (Taber & Watts, 2000). Penjelasan yang “logis dan ilmiah” umumnya juga mencerminkan kesadaran guru terhadap struktur pengetahuan dan hubungan antar konsep. Uzuntiryaki-Kondakci *et al.* (2021) menunjukkan bahwa kegiatan berbasis laboratorium eksploratif dan diskusi dapat menstimulasi kemampuan argumentasi ilmiah dan penjelasan reflektif guru sains.

Oleh karena itu, penting bagi program pelatihan guru untuk memfasilitasi praktik *scaffolded explanation*, di mana guru tidak hanya diajak menjelaskan fenomena, tetapi juga menyadari bagaimana menyusun justifikasi yang dapat dipahami siswa dan konsisten secara ilmiah.

3. Fenomena Spesifik: Performa Demonstrasi Tertentu

Sejumlah eksperimen menunjukkan kesenjangan konseptual yang cukup signifikan di berbagai kelompok guru, terlepas dari lama pengalaman mengajar. Eksperimen seperti “Bakar Tanpa Api” dan “Aji Terpesona”, yang menampilkan reaksi redoks atau pembentukan asap dari senyawa tak terlihat langsung, cenderung memunculkan miskonsepsi yang berulang. Misalnya, pada “Bakar Tanpa Api”, banyak guru menuliskan bahwa:

“Tisu menyala karena dipanaskan.”

Jawaban seperti ini menyiratkan asumsi bahwa pemanasan langsung merupakan penyebab utama, tanpa menyadari bahwa reaksi kimia antara alkohol dan oksidator (misalnya $KMnO_4$ atau garam kuat) dapat menghasilkan panas yang cukup untuk menyalakan tisu secara spontan. Kecenderungan munculnya

miskonsepsi ini juga terlihat dalam Gambar 1, di mana guru dengan pengalaman <10 tahun lebih dominan dalam kategori “Kurang” atau “Baik”, dan belum mencapai penjelasan “Logis dan Ilmiah”. Ini mengindikasikan bahwa miskonsepsi tidak hanya berasal dari keterbatasan pemahaman konsep, tetapi juga dari ketidaktuntasan dalam membangun struktur penjelasan ilmiah. Guru yang memahami konteks reaksi menuliskan:

“Etanol bereaksi eksoterm dengan kalium permanganat membentuk panas, cukup untuk memicu pembakaran tisu tanpa api eksternal.”

Perbedaan ini mencerminkan tingginya ketergantungan guru pada observasi permukaan dan lemahnya keterhubungan makroskopik-mikroskopik, yang menjadi ciri utama miskonsepsi sistemik (Da Silva Freire *et al.*, 2019; Yesiloglu, 2019).

Pada eksperimen “Aji Terpesona”, yang menggunakan fosfor putih untuk menghasilkan asap putih (P_2O_5), ditemukan kecenderungan guru menyatakan:

“Asap muncul karena bahan kimia terbakar.”

Hanya sebagian kecil guru yang menjelaskan bahwa:

“Fosfor putih bereaksi dengan oksigen di udara membentuk P_2O_5 . Karena fosfor sangat reaktif, reaksi berlangsung spontan dan eksoterm.”

Fenomena ini menguatkan studi Taber & Watts (2000) yang menyatakan bahwa reaksi kimia yang tidak kasatmata atau terjadi sangat cepat, cenderung tidak dihubungkan oleh guru maupun siswa dengan teori reaksi yang sesuai. Sumber miskonsepsi seperti ini dapat ditelusuri ke buku ajar yang menyederhanakan proses reaksi tanpa mekanisme kausal, kurikulum yang menekankan hafalan ciri-ciri reaksi (warna, suhu, gas) tanpa penalaran ilmiah, dan pengetahuan umum yang keliru (misalnya “warna muncul karena panas”).

Oleh karena itu, pelatihan guru perlu mengintegrasikan *model-based reasoning* dan teknik *misconception mapping* (Khair *et al.*, 2020), untuk membantu guru mengenali dan memperbaiki bias perseptual dalam menjelaskan fenomena kimia kompleks.

4. Implikasi terhadap Desain Pengembangan Profesional Guru

Hasil studi ini menunjukkan bahwa pendekatan demonstrasi eksploratif dapat menjadi model pelatihan yang efektif untuk meningkatkan pemahaman konseptual dan refleksi pedagogis. Hal ini diperkuat oleh data Gambar 1, yang menunjukkan peningkatan proporsional kategori “Tepat” dan “Logis dan Ilmiah” pada kelompok guru berpengalaman >20 tahun. Dengan demikian, pelatihan yang mendorong refleksi dan pemodelan ilmiah terbukti mampu meningkatkan kualitas penjelasan kimiawi secara signifikan. Strategi ini sejalan dengan pendekatan konstruktivistik yang terbukti efektif dalam pembelajaran kimia (Pahriah *et al.*, 2024). Setiap temuan memiliki implikasi langsung terhadap desain pelatihan guru kimia yang lebih kontekstual dan reflektif. Kombinasi demonstrasi langsung dan lembar kerja eksploratif terbukti efektif untuk:

- mengevaluasi pemahaman konseptual,
- mengaktifkan kesadaran metakognitif, dan
- mendorong guru menyusun penjelasan ilmiah yang sistematis.

Hal ini sejalan dengan temuan Obispo & Ligsanan (2025), yang menunjukkan bahwa lembar kerja berbasis rumah (*home-based worksheets*) dapat menjadi media refleksi ilmiah yang andal dalam konteks keterbatasan fasilitas. Studi oleh Mawarnis *et al.* (2023) menunjukkan bahwa bahan ajar berbasis penelitian (*research-based materials*) seperti lembar kerja eksploratif dapat mendorong inovasi pedagogis dan pengembangan profesional berkelanjutan.

Lebih lanjut, pendekatan ini dapat diterapkan dalam program PPG, IHT MGMP, dan diklat GTK Kemendikbudristek sebagai:

- Modul pelatihan berbasis skenario demonstrasi, yang melibatkan guru dalam simulasi interpretatif.
- Instrumen reflektif berbasis lembar kerja, yang mendorong guru untuk mengevaluasi dan mengoreksi sendiri miskonsepsi.
- Materi supervisi berbasis *pedagogical coaching*, yang memfokuskan pada kualitas penjelasan, bukan sekadar kelengkapan administratif.

Selain itu, guru dengan pengalaman >20 tahun yang telah terbukti memiliki penalaran ilmiah tinggi dan pemahaman pedagogis mendalam dapat dilibatkan sebagai *coach* atau fasilitator *lesson study*. Hal ini mendukung pendekatan kolaboratif yang mendorong pertumbuhan profesional berbasis praktik (Veal, 2004; Hernani *et al.*, 2024). Studi oleh Driel *et al.* (2002) dan Clermont *et al.* (1993) menggarisbawahi bahwa pembinaan oleh sesama guru yang ahli mampu mempercepat pertumbuhan profesional melalui transfer praktik berbasis konteks. Desain pelatihan berbasis demonstrasi juga selaras dengan arah kebijakan Merdeka Belajar yang menekankan fleksibilitas, kreativitas, dan penguatan komunitas belajar profesional.

Simpulan

Kegiatan pengabdian ini menunjukkan bahwa integrasi lembar kerja eksploratif dalam demonstrasi kimia sederhana merupakan pendekatan efektif dalam meningkatkan pemahaman konseptual guru kimia secara komprehensif. Keterlibatan guru dalam kegiatan ini tidak hanya memperkuat akurasi ilmiah dan kedalaman penjelasan, tetapi juga menumbuhkan kesadaran pedagogis dan refleksi terhadap miskonsepsi umum dalam pembelajaran. Perbedaan performa berdasarkan pengalaman mengajar mengindikasikan bahwa guru pemula dengan pengalaman 0 – 5 tahun cenderung komunikatif namun kurang ilmiah, sedangkan guru menengah (5 – 10 tahun dan 10 – 20 tahun) mengalami stagnasi profesional yang memengaruhi fleksibilitas konseptual. Sebaliknya, guru dengan pengalaman >20 tahun menunjukkan kemampuan menjelaskan yang logis dan ilmiah, serta kecenderungan berpikir metakognitif.

Hasil ini menegaskan pentingnya pelatihan yang menekankan pengembangan *Pedagogical Content Knowledge* (PCK), pelacakan miskonsepsi, dan pemodelan penalaran ilmiah. Lebih jauh, pendekatan ini dapat diimplementasikan secara sistemik dalam program PPG, IHT MGMP, dan diklat GTK, serta dijadikan bagian dari supervisi pembelajaran berbasis *coaching*. Guru dengan pengalaman >20 tahun yang kompeten dapat dilatih sebagai fasilitator dalam skema *lesson study* untuk mendukung pengembangan komunitas belajar profesional di sekolah. Dengan demikian, model pelatihan ini memiliki potensi direplikasi secara luas sebagai strategi inovatif dalam peningkatan mutu pembelajaran kimia di Indonesia.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terimakasih kepada Program Studi Pendidikan Kimia FPMIPA UPI atas dukungan fasilitas, tim dosen dan mahasiswa yang terlibat dalam pelaksanaan kegiatan, serta pihak-pihak lain yang telah memberikan kontribusi dalam kelancaran kegiatan pengabdian ini. Semoga hasil dari kegiatan ini dapat memberikan manfaat nyata bagi peningkatan kualitas pembelajaran kimia di sekolah.

Daftar Pustaka

- Abouelenein, Y., Selim, S., & Elmaadaway, M. (2023). Impact of a virtual chemistry lab in chemistry teaching on scientific practices and digital competence for pre-service science teachers. *Educ. Inf. Technol.*, 29(3), 2805-2840.
- Beregal-Mirabent, J., Mas-Machuca, M., & Marimon, F. (2018). Is research mediating the relationship between teaching experience and student satisfaction?. *Studies in Higher Education*, 43(6), 973 - 988.
- Chen, B., & Chen, L. (2021). Examining the sources of high school chemistry teachers' practical knowledge of teaching with practical work: from the teachers' perspective. *Chemistry Education Research and Practice*, 22(2), 476-485.
- Clermont, C., Borko, H., & Krajcik, J. (1994). Comparative Study of the Pedagogical Content Knowledge of Experienced and Novice Chemical Demonstrators. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(4), 419-441.
- Clermont, C., Krajcik, J., & Borko, H. (1993). The influence of an intensive in-service workshop on pedagogical content knowledge growth among novice chemical demonstrators. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(1), 21-43.
- Da Silva Freire, M., Talanquer, V., & Amaral, E. (2019). Conceptual profile of chemistry: a framework for enriching thinking and action in chemistry education. *International Journal of Science Education*, 41(5), 674 - 692.
- Dayal, P., & Ali-Chand, Z. (2022). Effective teaching and learning strategies in a chemistry classroom. *New Zealand Journal of Educational Studies*, 57(2), 425 - 443.
- Driel, J., Jong, O., & Verloop, N. (2002). The development of preservice chemistry teachers' pedagogical content knowledge. *Science Education*, 86(2), 572-590.
- Fatimah, S. S., Nuraini, V. A., Gumilar, G. G., Khoerunnisa, F., Suhandi, H., Kusrijadi, A., & Hana, M. N. (2022). Analisis minat dan motivasi belajar siswa terhadap pelajaran kimia melalui demonstrasi kimia berbasis chemistry for fun di SMAN 1 Pangandaran. *Jurnal Pengabdian Isola*, 1(2), 47–52.
- Hernani, H., *et al.* (2024). Design and implementation of contextual chemistry learning oriented towards science literacy to support the implementation of the merdeka curriculum. *Jurnal Pengabdian Isola*, 3(1), 179–185.
- Khair, M., Azhar, M., & Ulianus, A. (2020). A competence of teacher in making e-LKPD using flip book maker with emphasis on macro, submicro, and symbolic level representation of chemistry. *Performance Evaluation*, 3(1), 1-7.

- Lusiana, L., Enawaty, E., & Rasmawan, R. (2021). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis inkuiri terbimbing pada materi laju reaksi di SMA Indonesia Muda. *Jurnal Eksakta Pendidikan (JEP)*, 5(1), 51-58.
- Marzabal, A., Merino, C., Moreira, P., & Delgado, V. (2019). Assessing science teaching explanations in initial teacher education: how is this teaching practice transferred across different chemistry topics?. *Research in Science Education*, 49(1), 1107–1123.
- Mawarnis, E., Roza, L., Maiyena, S., & Rahman, M. (2023). Research-Based Teaching materials as innovation in chemistry learning. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(9), 634-643.
- Mönch, C., & Markic, S. (2023). Elements constituting and influencing in-service secondary chemistry teachers' pedagogical scientific language knowledge. *Chemistry Education Research and Practice*, 25(1), 25-41.
- Nixon, R., Campbell, B., & Luft, J. (2016). Effects of subject-area degree and classroom experience on new chemistry teachers' subject matter knowledge. *International Journal of Science Education*, 38(10), 1636 - 1654.
- Obispo, K., & Ligsanan, L. (2025). Development, validation and evaluation of home-based laboratory worksheets in general chemistry. *Indonesian Journal of Advanced Research*, 4(2), 201–220.
- Pahriah, P., Adnyana, P., Ariawan, I., & Wesnawa, I. (2024). Effectiveness of the Constructivist Approach (Guided Inquiry) in Chemistry Learning: A Systematic Review. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 12(5), 1152-1165.
- Podolsky, A., Kini, T., & Darling-Hammond, L. (2019). Does teaching experience increase teacher effectiveness? A review of US research. *Journal of Professional Capital and Community*, 4(4), 286-308.
- Sewry, J., Glover, S., Harrison, T., Shallcross, D., & Ngcoza, K. (2014). Offering Community Engagement Activities To Increase Chemistry Knowledge and Confidence for Teachers and Students. *Journal of Chemical Education*, 91(10), 1611-1617.
- Shulman, L. (1986). Those *Who Understand: Knowledge Growth in Teaching*. *Educational Researcher*, 15(2), 14 - 4.
- Taber, K., & Watts, M. (2000). Learners' explanations for chemical phenomena. *Chemistry Education Research and Practice*, 1(1), 329-353.
- Uzuntiryaki-Kondakci, E., Tuysuz, M., Sarici, E., Soysal, C., & Kilinc, S. (2021). The role of the argumentation-based laboratory on the development of pre-service chemistry teachers' argumentation skills. *International Journal of Science Education*, 43(1), 30 - 55.
- Veal, W. (2004). Beliefs and knowledge in chemistry teacher development. *International Journal of Science Education*, 26(3), 329 - 351.
- Vinko, L., Delaney, S., & Devetak, I. (2020). Teachers' opinions about the effect of chemistry demonstrations on students' interest and chemistry knowledge. *Center for Educational Policy Studies Journal*, 10(2), 9-25.
- Ye, J., Zheng, Y., Zhan, M., Zhou, Y., Li, L., & Chen, D. (2024). Characteristics of pre-service chemistry teachers' mechanistic reasoning in organic chemistry tasks: An eye-tracking study. *Research in Science Education*, 55(1), 277–296.
- Yesiloglu, S. (2019). Investigation of pre-service chemistry teachers' understanding of radioactive decay: a laboratory modelling activity. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(1), 862-872.