



Pengembangan Instrumen Penilaian Kompetensi Pengelola Laboratorium IPA SMP Berdasarkan SKKNI

Jaka Afriana¹; Anna Permanasari²; Sri Setyaningsih³; Iyan Irdiyansyah⁴

¹Sekolah Menengah Pertama Negeri 3 Satu Atap Sejangkung, Indonesia

^{2,3,4}Universitas Pakuan Bogor, Indonesia

¹Correspondence Email: jaka.afriana5@guru.smp.belajar.id

Article Info

Received: August 21, 2025

Accepted: March 03, 2026

Published: March 30, 2026

Keywords

Instrument Development;
Science Laboratory Manager;
SKKNI.

Abstract

This study aims to develop and validate a competency assessment instrument for junior high school science laboratory managers based on the Indonesian National Competency Work Standards (SKKNI). The instrument was designed to measure six key dimensions: Educational Institution Governance, Quality Document Governance, Occupational Safety and Health (K3), Waste Management, Classification and Handling of Chemicals, and Basic Science Laboratory Skills. This research employed a Research and Development (R&D) approach using the Four-D model (define, design, develop, and disseminate). Construct validity was examined through Confirmatory Factor Analysis (CFA), while reliability was assessed using Cronbach's Alpha. A total of 40 initial items were tested on 111 respondents who served as laboratory managers or were assigned to manage science laboratories in junior high schools. Data were analyzed using Mplus version 7. The CFA results indicated that 38 items met the validity criteria, with factor loadings exceeding 0.50. The measurement model demonstrated good fit indices, and the reliability analysis yielded a Cronbach's Alpha coefficient of 0.979, indicating excellent internal consistency. The findings confirm that the developed instrument is both valid and reliable for measuring the competence of junior high school science laboratory managers. This instrument provides an empirically validated tool for competency evaluation. It supports the implementation of Continuous Professional Development (CPD) programs to systematically and sustainably enhance laboratory management practices.

Kata Kunci	Abstrak
Pengembangan instrumen; Pengelola laboratorium IPA; SKKNI.	<p>Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan instrumen penilaian kompetensi pengelola laboratorium IPA SMP berdasarkan Standar Kerja Kompetensi Nasional Indonesia (SKKNI). Ada enam dimensi yang meliputi Tata Kelola Lembaga Pendidikan, Tata Kelola Dokumen Mutu, Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3), Pengelolaan Limbah, Klasifikasi dan Penanganan Bahan Kimia, serta Keterampilan Dasar Laboratorium IPA. Penelitian dan pengembangan dengan Confirmatory Factor Analysis (CFA) digunakan untuk mengonfirmasi, menganalisis, dan mengembangkan item yang dirancang. Four-D digunakan sebagai desain pengembangan instrumen. Sebanyak 40 item diuji pada 111 responden dan dianalisis menggunakan Mplus untuk mengonfirmasi confirmatory factor analysis. Berdasarkan hasil pengembangan, sebanyak 38 item instrumen sangat signifikan karena loading factor/estimate lebih dari 0,50. Instrumen yang dikembangkan lalu diuji dengan Cronbach Alpha diperoleh 0,979. Jadi dapat disimpulkan bahwa instrumen yang dikembangkan terbukti valid dan reliabel untuk mengukur kompetensi pengelola/kepala laboratorium IPA SMP. Penelitian ini juga memberikan rekomendasi untuk pengembangan model pelatihan berbasis Continuous Professional Development (CPD) bagi pengelola laboratorium untuk meningkatkan kompetensi secara berkelanjutan.</p>

A. Pendahuluan

Pengelolaan laboratorium IPA di tingkat SMP merupakan komponen strategis dalam mendukung keberhasilan proses pembelajaran sains, khususnya melalui pendekatan praktikum dan penemuan (*inquiry-based learning*). Laboratorium bukan sekadar ruang fisik tempat eksperimen dilakukan, melainkan juga ekosistem pembelajaran yang memungkinkan siswa membangun pemahaman konseptual melalui pengalaman langsung, observasi sistematis, serta refleksi ilmiah. Praktikum di laboratorium berfungsi sebagai jembatan antara teori dan pengalaman praktis dalam meningkatkan pemahaman siswa tentang konsep ilmiah (Caymaz, 2021; Mendez, 2023). Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis laboratorium berkontribusi secara signifikan terhadap penguatan keterampilan proses sains, kemampuan berpikir kritis, dan literasi ilmiah siswa (Reynders et al., 2019; Wahono et al., 2021). Bahkan, pendekatan *inquiry* yang terstruktur dengan dukungan manajemen laboratorium yang baik terbukti mampu meningkatkan motivasi dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran sains (Kizkapan et al., 2023; Photo, 2025).

Namun demikian, efektivitas pembelajaran berbasis laboratorium tidak hanya ditentukan oleh desain pembelajaran guru, tetapi juga oleh kualitas pengelolaan laboratorium itu sendiri. Laboratorium yang tertata dengan baik, aman,

terdokumentasi secara sistematis, serta dikelola sesuai standar operasional akan memberikan pengalaman belajar yang optimal. Sebaliknya, pengelolaan yang lemah dapat menghambat pemanfaatan fasilitas, menimbulkan risiko keselamatan, serta mengurangi kualitas pembelajaran. OECD (2019) menegaskan bahwa kualitas infrastruktur dan tata kelola sarana pembelajaran sains berpengaruh langsung terhadap performa akademik siswa dalam asesmen internasional. Oleh karena itu, keberadaan pengelola atau kepala laboratorium yang kompeten menjadi faktor kunci dalam memastikan laboratorium berfungsi secara efektif dan berkelanjutan.

Pengelola/kepala laboratorium yang kompeten tidak hanya bertanggung jawab terhadap ketersediaan alat dan bahan, tetapi juga terhadap perencanaan program kerja, pengelolaan dokumen mutu, penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3), pengelolaan limbah, serta pengawasan penggunaan bahan kimia. Dalam konteks pendidikan modern, kompetensi tersebut juga mencakup kemampuan koordinatif, administratif, dan kepemimpinan instruksional. Peningkatan keterampilan guru IPA dalam manajemen laboratorium yang efektif berkontribusi secara signifikan untuk meningkatkan minat dan keterlibatan siswa dalam pembelajaran IPA (Reynders et al., 2019; Kizkapan et al., 2023). Hal ini menunjukkan bahwa manajemen laboratorium bukan sekadar aspek teknis, melainkan bagian integral dari kualitas pembelajaran sains secara keseluruhan.

Meskipun peran pengelola laboratorium sangat krusial, berbagai studi menunjukkan bahwa pengelolaan laboratorium IPA di tingkat SMP masih menghadapi berbagai tantangan. Menurut Arian et al. (2022), pengelolaan laboratorium IPA di beberapa SMP masih belum optimal, terutama dalam aspek dokumentasi mutu dan pengelolaan keselamatan kerja. Temuan serupa juga diidentifikasi oleh Rosidin, Maulina, dan Suane (2020) yang menunjukkan adanya kesenjangan antara standar pengelolaan laboratorium dan praktik di lapangan. Kesenjangan ini mengindikasikan perlunya sistem evaluasi yang lebih sistematis untuk mengukur kompetensi pengelola laboratorium secara objektif dan terstandar.

Dalam konteks nasional, Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) telah menetapkan kerangka kompetensi profesional di berbagai bidang, termasuk aktivitas laboratorium. Namun, hingga saat ini belum banyak tersedia instrumen terstandar yang secara khusus dirancang untuk mengukur kompetensi pengelola laboratorium IPA SMP berbasis SKKNI dengan pendekatan validasi psikometrik yang kuat. Padahal, instrumen evaluasi yang valid dan reliabel sangat

diperlukan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pengembangan profesional tenaga kependidikan (Tay et al., 2020). Tanpa instrumen yang teruji secara ilmiah, evaluasi kompetensi cenderung bersifat subjektif dan kurang akurat.

Pengembangan instrumen untuk mengukur kompetensi pengelola laboratorium IPA SMP berbasis SKKNI dalam penelitian ini merupakan langkah inovatif yang memiliki sejumlah kebaruan penting. Pertama, instrumen ini dirancang dengan mengintegrasikan enam dimensi utama yang relevan dengan standar nasional, yakni tata kelola lembaga pendidikan, tata kelola dokumen mutu laboratorium, keselamatan dan kesehatan kerja (K3), pengelolaan limbah laboratorium, klasifikasi dan penanganan bahan kimia, serta keterampilan dasar laboratorium IPA. Kedua, instrumen ini tidak hanya mengadopsi kerangka normatif SKKNI, tetapi juga mengujinya secara empiris menggunakan pendekatan Confirmatory Factor Analysis (CFA) untuk memastikan validitas konstruk dan reliabilitas kompositnya (Baharum et al., 2023; Irdiyansyah et al., 2024).

Penggunaan CFA dalam pengembangan instrumen pendidikan merupakan pendekatan yang direkomendasikan untuk menguji kesesuaian model pengukuran dengan konstruk teoretis yang telah ditetapkan (Hair et al., 2019). Melalui analisis ini, setiap indikator dapat dievaluasi berdasarkan *factor loading*, *Average Variance Extracted* (AVE), serta *Composite Reliability* (CR), sehingga memastikan bahwa instrumen memiliki validitas konvergen dan konsistensi internal yang memadai. Pendekatan ini memastikan bahwa instrumen tidak hanya valid secara konseptual, tetapi juga memiliki kekuatan statistik yang diperlukan untuk mengukur kompetensi secara akurat dan konsisten.

Selain berfungsi sebagai alat evaluasi, instrumen yang dikembangkan juga memiliki implikasi strategis dalam konteks pengembangan profesional berkelanjutan (*Continuous Professional Development*). Instrumen ini dapat digunakan sebagai alat diagnosis untuk mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan kompetensi pengelola laboratorium, sehingga menjadi dasar dalam perancangan program pelatihan yang lebih terarah (Cousina, 2021; Khan et al., 2023). Dengan demikian, instrumen ini tidak hanya berkontribusi pada aspek pengukuran, tetapi juga pada peningkatan mutu sumber daya manusia pendidikan.

Meskipun Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) telah menyediakan kerangka normatif mengenai kompetensi profesional di bidang aktivitas laboratorium, hingga saat ini belum tersedia instrumen terstandar yang secara spesifik

dirancang untuk mengukur kompetensi pengelola laboratorium IPA SMP berbasis SKKNI dengan pendekatan validasi konstruk yang kuat. Instrumen yang ada umumnya bersifat deskriptif, berbasis persepsi umum, atau belum melalui pengujian psikometrik yang komprehensif seperti *Confirmatory Factor Analysis* (CFA). Akibatnya, evaluasi kompetensi pengelola laboratorium sering kali dilakukan secara administratif dan belum didukung oleh alat ukur yang memiliki validitas konvergen, reliabilitas komposit, serta kecocokan model yang teruji secara statistik. Kondisi ini menunjukkan adanya kesenjangan antara standar kompetensi yang telah ditetapkan secara nasional dan ketersediaan perangkat evaluasi yang mampu mengukur implementasi standar tersebut secara objektif dan empiris.

Lebih lanjut, sebagian besar penelitian terdahulu mengenai pengelolaan laboratorium IPA berfokus pada aspek pelatihan, manajemen fasilitas, atau studi deskriptif tentang kondisi laboratorium (Arian et al., 2022; Rosidin et al., 2020). Belum banyak yang mengembangkan dan memvalidasi instrumen pengukuran kompetensi kepala laboratorium secara multidimensi dengan integrasi kerangka regulatif nasional. Padahal, pengembangan instrumen yang terstandar dan tervalidasi secara psikometrik merupakan prasyarat penting dalam sistem penjaminan mutu pendidikan, karena memungkinkan proses evaluasi dilakukan secara terukur, akuntabel, dan berbasis bukti (Hair et al., 2019; Tay et al., 2020). Dengan demikian, terdapat kebutuhan mendesak untuk mengembangkan instrumen evaluasi kompetensi pengelola laboratorium IPA SMP yang tidak hanya selaras dengan SKKNI, tetapi juga teruji secara empiris melalui analisis faktor konfirmatori untuk memastikan keabsahan struktur konstruksinya.

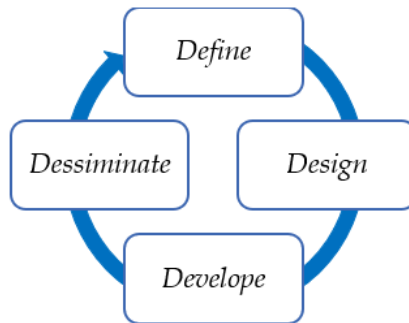
Berdasarkan kesenjangan tersebut, penelitian ini menawarkan kebaruan dalam dua aspek utama. Pertama, penelitian ini mengintegrasikan kerangka kompetensi SKKNI ke dalam desain instrumen multidimensi yang mencakup aspek tata kelola kelembagaan, dokumen mutu, keselamatan kerja, pengelolaan limbah, klasifikasi bahan kimia, dan keterampilan laboratorium. Kedua, penelitian ini memvalidasi struktur konstruk instrumen secara ketat menggunakan *Confirmatory Factor Analysis* (CFA), sehingga menghasilkan alat ukur yang memiliki dasar teoretis dan kekuatan empiris sekaligus. Dengan pendekatan ini, penelitian tidak hanya berkontribusi pada pengembangan instrumen evaluasi, tetapi juga memperkuat sistem penjaminan mutu pengelolaan laboratorium IPA di tingkat SMP melalui alat ukur yang objektif, reliabel, dan berbasis standar nasional.

Secara konseptual dan empiris, penelitian ini berkontribusi pada penguatan tata kelola laboratorium pendidikan berbasis standar nasional serta memperkaya literatur pengembangan instrumen evaluasi kompetensi dalam konteks pendidikan sains. Penelitian ini juga sejalan dengan agenda peningkatan kualitas pendidikan nasional yang menekankan pentingnya standarisasi dan profesionalisasi tenaga kependidikan (Nasir & Mayasri, 2023; Peniati, Parmin, & Purwantoyo, 2013). Dengan adanya instrumen yang valid dan reliabel, proses evaluasi kompetensi pengelola laboratorium dapat dilakukan secara objektif, sistematis, dan berbasis bukti.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan memvalidasi instrumen pengukuran kompetensi pengelola laboratorium IPA SMP berbasis SKKNI. Pertanyaan penelitian yang diajukan adalah: bagaimana tingkat validitas dan reliabilitas instrumen yang dikembangkan dalam mengukur kompetensi pengelola/kepala laboratorium IPA SMP? Instrumen ini diharapkan mampu memberikan gambaran yang akurat mengenai profil kompetensi pengelola laboratorium serta menjadi dasar dalam pengembangan kebijakan dan program pelatihan untuk meningkatkan kualitas pengelolaan laboratorium IPA di tingkat SMP secara berkelanjutan.

B. Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan Research and Development (R&D) dengan tujuan mengembangkan serta memvalidasi instrumen pengukuran kompetensi pengelola/kepala laboratorium IPA SMP berbasis Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI). Model pengembangan yang digunakan adalah model Four-D (4-D) yang dikemukakan oleh Thiagarajan (1974), yang terdiri atas empat tahapan utama, yaitu *define*, *design*, *develop*, dan *disseminate*. Model ini dipilih karena memberikan kerangka sistematis dalam merancang, menguji, dan menyempurnakan produk instrumen secara bertahap. Tahapan pengembangan instrumen berdasarkan model 4-D dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan desain 4-D

Penelitian dilaksanakan pada kepala laboratorium IPA dan guru IPA yang mendapatkan penugasan sebagai pengelola/kepala laboratorium IPA SMP di Kabupaten Sambas dan sekitarnya. Jumlah responden dalam uji coba instrumen sebanyak 111 orang. Responden dipilih dengan mempertimbangkan keterlibatan langsung mereka dalam pengelolaan laboratorium IPA, sehingga dinilai memiliki pengalaman dan pemahaman yang relevan terhadap konstruk yang diukur. Jumlah tersebut dinilai memadai untuk analisis faktor konfirmatori karena telah memenuhi rasio kecukupan sampel terhadap jumlah indikator yang dianalisis.

Produk yang dikembangkan berupa instrumen non-tes berbentuk skala Likert lima tingkat frekuensi untuk mengukur kompetensi pengelola/kepala laboratorium IPA. Penyusunan instrumen mengacu pada dimensi kompetensi yang tercantum dalam SKKNI tahun 2022 (Kepnaker, 2022). Berdasarkan hasil kajian dokumen dan analisis kebutuhan, ditetapkan enam dimensi utama kompetensi yang dikembangkan, yaitu: tata kelola lembaga pendidikan, tata kelola dokumen mutu laboratorium, keselamatan dan kesehatan kerja (K3), pengelolaan limbah laboratorium, klasifikasi dan penanganan bahan kimia, serta keterampilan dasar laboratorium IPA. Keenam dimensi tersebut diuraikan menjadi sejumlah indikator operasional yang selanjutnya dijabarkan menjadi butir-butir pernyataan instrumen.

Pada tahap *define*, peneliti melakukan analisis kebutuhan dan kajian dokumen SKKNI untuk mengidentifikasi ruang lingkup kompetensi yang relevan dengan pengelolaan laboratorium IPA SMP. Dimensi kompetensi yang diperoleh kemudian dioperasionalkan menjadi indikator terukur. Tahap *desain* dilakukan dengan menyusun kisi-kisi instrumen berdasarkan dimensi dan indikator yang telah ditetapkan. Kisi-kisi tersebut memuat komponen dimensi, indikator, serta jumlah item

pada setiap dimensi. Berdasarkan kisi-kisi tersebut, disusun 40 butir pernyataan awal yang merepresentasikan seluruh dimensi kompetensi.

Instrumen menggunakan skala Likert dengan lima kategori frekuensi, yaitu Selalu (Sl), Sering (S), Kadang-kadang (Kd), Pernah (P), dan Tidak Pernah (TP). Pembobotan skor untuk pernyataan positif berkisar antara 5 hingga 1, sedangkan untuk pernyataan negatif dilakukan pembalikan skor. Rincian skor tingkat frekuensi skala Likert disajikan pada Tabel 2. Penggunaan skala ini dimaksudkan untuk menangkap intensitas praktik atau perilaku kompetensi yang dilakukan oleh pengelola laboratorium dalam konteks nyata.

Tabel 1. Skor Tingkat Frekuensi Skala Likert

Tingkat Frekuensi	Selalu (Sl)	Sering (S)	Kadang-kadang (Kd)	Pernah (P)	Tidak pernah (TP)
Skor Positif	5	4	3	2	1
Skor Negatif	1	2	3	4	5

Tahap *develop* dilakukan melalui validasi teoritis dengan melibatkan tiga orang ahli yang berasal dari bidang pendidikan IPA, manajemen pendidikan, dan evaluasi pendidikan. Para ahli diminta menilai setiap butir pernyataan berdasarkan aspek kejelasan redaksi, kesesuaian dengan indikator, relevansi dengan konstruk yang diukur, serta potensi ambiguitas kalimat. Hasil penilaian ahli digunakan untuk merevisi dan menyempurnakan butir instrumen sebelum dilakukan uji coba lapangan. Proses ini bertujuan memastikan validitas isi (*content validity*) instrumen sebelum diuji secara empiris.

Tahap *disseminate* dalam penelitian ini difokuskan pada uji coba instrumen kepada responden untuk memperoleh data empiris yang digunakan dalam analisis validitas dan reliabilitas. Data hasil uji coba dianalisis menggunakan *Confirmatory Factor Analysis* (CFA) dengan bantuan perangkat lunak Mplus versi 7 (Muthén & Muthén, 2012). CFA digunakan untuk menguji kesesuaian model pengukuran dengan konstruk teoritis yang telah ditetapkan sebelumnya berdasarkan SKKNI. Parameter yang dianalisis meliputi nilai *factor loading*, signifikansi parameter (p-value), serta indeks kecocokan model (*goodness of fit indices*) seperti Chi-Square, Comparative Fit Index (CFI), dan Tucker-Lewis Index (TLI). Model dinyatakan memiliki kecocokan yang baik apabila nilai CFI dan TLI memenuhi kriteria yang direkomendasikan dalam literatur analisis faktor.

Selain pengujian validitas konstruk melalui CFA, reliabilitas instrumen diuji menggunakan koefisien Cronbach's Alpha dengan bantuan perangkat lunak SPSS versi 21. Uji reliabilitas dilakukan terhadap item-item yang dinyatakan valid berdasarkan hasil CFA. Nilai Cronbach's Alpha digunakan untuk mengukur konsistensi internal antar item dalam konstruk yang sama. Dengan prosedur ini, instrumen yang dikembangkan tidak hanya didasarkan pada kerangka normatif SKKNI, tetapi juga telah melalui tahapan validasi teoritis dan empiris sehingga layak digunakan sebagai alat ukur kompetensi pengelola laboratorium IPA SMP secara objektif dan terstandar.

C. Hasil dan Pembahasan

1. Hasil

Instrumen penilaian kompetensi pengelola/kepala laboratorium IPA berjumlah 40 pernyataan kemudian diuji pada 111 responden guru yang mendapatkan penugasan sebagai pengelola/kepala laboratorium IPA SMP di Kabupaten Sambas dan sekitarnya. Data uji coba yang terkumpul kemudian dianalisis menggunakan *Confirmatory Factor Analysis* (CFA) untuk mendapatkan instrumen standar. Pengujian dan pemrosesan data menggunakan Mplus versi 7. Output yang dihasilkan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Dimensi Tata Kelola Lembaga Pendidikan

LP	BY	Estimate	S.E.	Two-Tailed	
				Est./S.E.	P-Value
	KLB1	0.709	0.045	15.779	0.000
	KLB2	0.832	0.036	23.248	0.000
	KLB3	0.893	0.024	37.559	0.000
	KLB4	0.877	0.025	34.778	0.000
	KLB5	0.510	0.060	8.472	0.000
	KLB6	0.864	0.030	28.829	0.000
	KLB7	0.892	0.023	38.904	0.000
	KLB8	0.922	0.018	52.380	0.000
	KLB9	0.866	0.026	32.935	0.000

Berdasarkan tabel hasil uji coba pada dimensi tata kelola lembaga pendidikan, sebanyak 9 item loading faktor/*estimate* diatas 0,50. Artinya, item instrumen dapat digunakan dengan kriteria soal yang baik. Sedangkan *loading factor* dimensi tata kelola dokumen mutu laboratorium disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Dimensi Tata Kelola Dokumen Mutu Laboratorium

DM	BY	Estimate	S.E.	Two-Tailed	
				Est./S.E.	P-Value
	KLB10	0.074	0.084	0.878	0.380
	KLB11	0.922	0.019	49.143	0.000
	KLB12	0.908	0.024	38.503	0.000
	KLB13	0.860	0.034	25.588	0.000
	KLB14	0.883	0.024	36.891	0.000
	KLB15	0.379	0.062	6.069	0.000
	KLB16	0.903	0.018	50.183	0.000
	KLB17	0.914	0.016	55.740	0.000
	KLB18	0.928	0.016	59.460	0.000

Berdasarkan tabel hasil uji coba pada dimensi tata kelola dokumen mutu laboratorium, sebanyak 7 item memiliki *loading factor* di atas 0,50. Artinya, item instrumen dapat digunakan dengan kriteria soal yang baik. Adapun item 10 dan 15 dengan *loading factor/estimate* dibawah 0,50 sehingga tidak dapat diterima sebagai item instrumen yang valid. Sedangkan *loading factor* dimensi keselamatan dan kesehatan kerja (K3) disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Dimensi Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

DM	BY	Estimate	S.E.	Two-Tailed	
				Est./S.E.	P-Value
	KLB19	0.792	0.041	19.491	0.000
	KLB20	0.801	0.042	19.118	0.000
	KLB21	0.913	0.020	46.097	0.000
	KLB22	0.879	0.022	39.283	0.000
	KLB23	0.937	0.015	61.085	0.000
	KLB24	0.931	0.017	55.847	0.000

Berdasarkan tabel hasil uji coba pada dimensi keselamatan dan kesehatan kerja (K3), sebanyak 6 item memiliki *loading factor/estimate* diatas 0,50. Artinya, item instrumen dapat digunakan dengan kriteria soal yang baik. Sedangkan *loading factor* dimensi pengelolaan limbah laboratorium disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Dimensi Pengelolaan Limbah Laboratorium

DM	BY	Estimate	Two-Tailed		
			S.E.	Est./S.E.	P-Value
KLB25		0.930	0.017	55.645	0.000
KLB26		0.919	0.016	57.506	0.000
KLB27		0.838	0.035	24.121	0.000
KLB28		0.917	0.029	31.159	0.000

Berdasarkan tabel hasil uji coba pada dimensi pengelolaan limbah laboratorium, sebanyak 6 item memiliki *loading factor/estimate* diatas 0,50. Artinya, item instrumen dapat digunakan dengan kriteria soal yang baik. Sedangkan *loading factor* dimensi klasifikasi dan penanganan bahan kimia disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Dimensi Klasifikasi dan Penanganan Bahan Kimia

DM	BY	Estimate	Two-Tailed		
			S.E.	Est./S.E.	P-Value
KLB29		0.948	0.020	48.231	0.000
KLB30		0.917	0.020	44.838	0.000
KLB31		0.792	0.039	20.180	0.000
KLB32		0.583	0.059	9.863	0.000
KLB33		0.848	0.030	28.139	0.000
KLB34		0.950	0.017	55.297	0.000

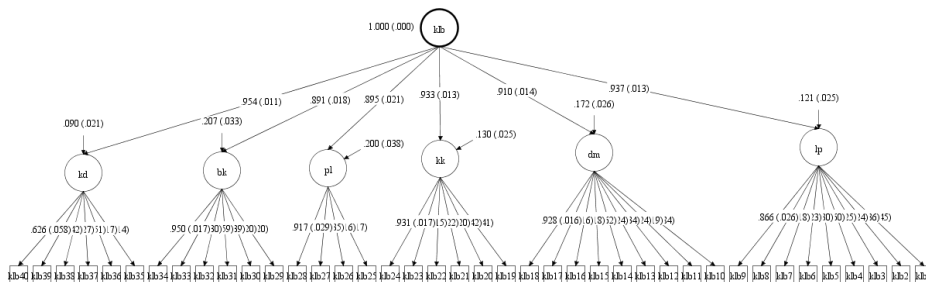
Berdasarkan tabel hasil uji coba pada dimensi klasifikasi dan penanganan bahan kimia sebanyak 6 item instrumen memiliki *estimate* diatas 0,50. Artinya, item instrumen dapat digunakan dengan kriteria soal yang baik. Sedangkan *loading factor* dimensi keterampilan dasar laboratorium IPA disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Dimensi Keterampilan Dasar Laboratorium IPA

	Estimate	Two-Tailed		
		S.E.	Est./S.E.	P-Value
KLB35	0.955	0.014	67.897	0.000
KLB36	0.945	0.017	56.329	0.000
KLB37	0.724	0.051	14.286	0.000
KLB38	0.852	0.027	31.825	0.000
KLB39	0.797	0.042	18.797	0.000
KLB40	0.626	0.058	10.709	0.000

Berdasarkan tabel hasil uji coba pada dimensi keterampilan dasar laboratorium IPA sebanyak 6 item instrumen memiliki *loading factor/estimate* di atas 0,50. Artinya,

item instrumen dapat digunakan dengan kriteria pernyataan yang baik. Hasil pengujian dan pemrosesan data menggunakan Mplus secara menyeluruh diringkas pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Estimasi Uji Instrumen menggunakan M.Plus

Berdasarkan Gambar 1, kecocokan model menunjukkan signifikansi yang baik karena nilai-nilai yang diperoleh memenuhi kriteria pengujian yang diperlukan. Nilai *Chi-Square* adalah 1382.964 dengan *Degrees of Freedom* (df) sebesar 734, dan *p-value* = 0.0000, yang menunjukkan perbedaan signifikan antara model dan data. Selain itu, *Comparative Fit Index* (CFI) sebesar 0.953 dan *Tucker-Lewis Index* (TLI) sebesar 0.950 keduanya melebihi ambang batas 0.90 yang menunjukkan kecocokan model yang baik dan item yang dikembangkan dapat digunakan untuk analisis lebih lanjut.

Pernyataan yang dikembangkan 38 item instrumen yang memenuhi syarat dari total 40 item yang diuji untuk memenuhi tingkat valid sesuai kriteria. Setelah pengujian validitas, dilanjutkan dengan pengujian realibitas menggunakan SPSS v. 21 dengan rumus *Cronbach Alpha* yang melibatkan 38 item pernyataan yang memiliki kriteria yang valid. Hasil uji keandalan disajikan dalam Tabel 9.

Tabel 9 Hasil Uji Reliabilitas

Reliability Statistics		
Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
.979	.980	38

Berdasarkan Tabel 9, disimpulkan bahwa nilai uji reliabilitas 0,979 dapat dinyatakan memiliki tingkat keandalan yang tinggi. Ketentuan ini sejalan dengan kategori reliabilitas instrumen (Arikunto, 2012): 0 hingga 0,19 sangat rendah, 0,20

hingga 0,39 rendah; 0,40 hingga 0,59 cukup; 0,60 hingga 0,79 tinggi, 0,80 hingga 1 sangat tinggi. Distribusi pernyataan disajikan dalam Tabel 10.

Tabel 10. Distribusi Item Instrumen dengan model yang Fit

No.	Dimensi/Komponen	No. Item/Pernyataan
1.	Tata Kelola Lembaga Pendidikan	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
2.	Tata Kelola Dokumen Mutu Laboratorium	11, 12, 13, 14, 16, 17, 18
3.	K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja)	19, 20, 21, 22, 23, 24
4.	Pengelolaan Limbah Laboratorium	25, 26, 27, 28
5.	Klasifikasi dan Penanganan Bahan Kimia	29, 30, 31, 32, 33, 34
6.	Keterampilan Dasar Lab IPA	35, 36, 37, 38, 39, 40
Total		38

Penelitian ini berfokus pada pengembangan dan validasi instrumen pengukuran kompetensi kepala laboratorium IPA SMP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa instrumen yang dikembangkan memiliki validitas dan reliabilitas yang sangat baik dengan dimensi yang mencakup tata kelola lembaga pendidikan, tata kelola dokumen mutu, keselamatan dan kesehatan kerja (K3), pengelolaan limbah, klasifikasi dan penanganan bahan kimia, serta keterampilan dasar laboratorium IPA. Dimensi-dimensi ini dirancang sesuai dengan kebutuhan dan standar nasional yang ditetapkan oleh Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI).

2. Pembahasan

Instrumen yang dikembangkan dalam penelitian ini menunjukkan kualitas psikometrik yang sangat baik berdasarkan hasil pengujian validitas konstruk dan reliabilitas. Validitas konstruk diuji menggunakan pendekatan *Confirmatory Factor Analysis* (CFA) dengan sejumlah indikator utama, yaitu *Average Variance Extracted* (AVE), *Composite Reliability* (CR), *Root Mean Square Error of Approximation* (RMSEA), *Comparative Fit Index* (CFI), serta *rasio Chi-square/df*. Pendekatan ini sejalan dengan rekomendasi dalam literatur metodologi penelitian pendidikan yang menekankan pentingnya pengujian struktur konstruk secara konfirmatori untuk memastikan kesesuaian model teoritis dengan data empiris (Hair et al., 2019; Kline, 2016).

Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh dimensi kompetensi—tata kelola lembaga pendidikan, tata kelola dokumen mutu, keselamatan dan kesehatan kerja (K3), pengelolaan limbah, klasifikasi dan penanganan bahan kimia, serta keterampilan dasar laboratorium IPA—memiliki nilai AVE di atas 0.79 dan CR di atas 0.89. Nilai ini jauh

melampaui batas minimal yang direkomendasikan dalam literatur, yaitu $AVE \geq 0.50$ dan $CR \geq 0.60$ sebagai indikator terpenuhinya validitas konvergen dan reliabilitas komposit (Baharum et al., 2023; Fornell & Larcker, 1981). Tingginya nilai AVE menunjukkan bahwa sebagian besar varians indikator dapat dijelaskan oleh konstruk laten yang diukur, sementara nilai CR yang tinggi menunjukkan konsistensi internal yang kuat antaritem dalam satu dimensi.

Temuan ini diperkuat oleh Pusbelina dan Sutrisno (2025) yang menyatakan bahwa CFA merupakan pendekatan yang efektif untuk memastikan bahwa desain pengukuran sesuai dengan struktur teoretis dan bahwa setiap item tergolong dalam konstruk yang tepat. Dalam konteks penelitian ini, integrasi kerangka kompetensi SKKNI ke dalam model CFA memungkinkan validasi empiris terhadap struktur normatif yang telah ditetapkan secara regulatif. Dengan demikian, instrumen yang dikembangkan tidak hanya memiliki legitimasi konseptual, tetapi juga dukungan statistik yang kuat.

Kecocokan model (*model fit*) juga menunjukkan hasil yang memadai. Nilai CFI sebesar 0.953 dan *rasio Chi-square/df* sebesar 1.88 menunjukkan bahwa model memiliki tingkat kecocokan yang sangat baik. Ismail dan Isnawati (2024) menyebutkan bahwa nilai $CFI \geq 0.90$ dan $Chi-square/df \leq 3$ merupakan indikator model yang fit. Selain itu, meskipun nilai RMSEA sebesar 0.089 sedikit berada di atas ambang ideal 0.08, nilai tersebut masih dalam batas toleransi yang dapat diterima untuk model dengan kompleksitas konstruk yang relatif tinggi (Browne & Cudeck, 1993; Marar et al., 2023). Dalam model pengukuran multidimensi dengan jumlah indikator yang cukup banyak, nilai RMSEA yang mendekati 0.08 masih dapat dikategorikan sebagai *reasonable fit* (Kline, 2016).

Secara substantif, validitas konstruk yang tinggi menunjukkan bahwa keenam dimensi kompetensi yang diintegrasikan dalam penelitian ini memiliki kohesi internal dan representasi empiris yang kuat. Hal ini penting dalam konteks pengelolaan laboratorium IPA, karena kompetensi kepala laboratorium bersifat multidimensional dan tidak dapat direduksi menjadi satu aspek tunggal. Kompetensi tata kelola kelembagaan, misalnya, berkaitan erat dengan kemampuan manajerial dan koordinatif, sementara kompetensi K3 dan pengelolaan limbah berkaitan dengan aspek keselamatan dan keberlanjutan lingkungan. Struktur faktor yang stabil dalam penelitian ini menunjukkan bahwa dimensi-dimensi tersebut memang berdiri sebagai konstruk yang berbeda tetapi saling melengkapi.

Validitas konstruk yang kuat juga mencerminkan keberhasilan proses pengembangan instrumen yang berbasis teori dan praktik terbaik. Pengembangan yang

diawali dengan analisis kebutuhan dan kajian dokumen SKKNI memastikan bahwa indikator yang digunakan memiliki landasan normatif yang jelas. Menurut Suyatna (2022), validitas yang baik memungkinkan instrumen digunakan untuk mengevaluasi kompetensi secara akurat dan mendalam serta mendukung pengambilan keputusan berbasis data. Dengan demikian, instrumen ini dapat berfungsi tidak hanya sebagai alat ukur, tetapi juga sebagai instrumen reflektif dalam sistem penjaminan mutu laboratorium.

Dari sisi reliabilitas, nilai Cronbach's Alpha sebesar 0.979 menunjukkan konsistensi internal yang sangat tinggi. Nilai ini melampaui ambang batas 0.70 yang umum digunakan dalam penelitian sosial (Nunnally & Bernstein, 1994). Ismail dan Isnawati (2024) serta Marar et al. (2023) juga menegaskan bahwa nilai Cronbach's Alpha \geq 0.90 menunjukkan konsistensi internal yang sangat kuat antaritem dalam satu konstruk. Tingginya reliabilitas ini mengindikasikan bahwa butir-butir pernyataan dalam instrumen memiliki koherensi yang tinggi dalam mengukur konstruk yang sama.

Namun demikian, reliabilitas yang sangat tinggi juga perlu ditafsirkan secara proporsional. Dalam beberapa kasus, nilai Alpha yang terlalu tinggi dapat mengindikasikan adanya redundansi item (Tavakol & Dennick, 2011). Oleh karena itu, meskipun hasil penelitian ini menunjukkan reliabilitas yang sangat baik, evaluasi lebih lanjut pada penggunaan instrumen dalam konteks yang lebih luas tetap diperlukan untuk memastikan efisiensi dan kepraktisan penggunaan.

Secara konseptual, hasil penelitian ini memperkuat argumen bahwa pengembangan instrumen berbasis standar nasional perlu disertai dengan validasi empiris yang ketat. Integrasi SKKNI ke dalam desain instrumen multidimensi dan pengujian melalui CFA memberikan kontribusi metodologis yang signifikan dalam pengembangan alat ukur kompetensi pendidikan. Pendekatan ini sejalan dengan paradigma *evidence-based education*, yang menekankan pentingnya pengambilan keputusan berbasis data dan instrumen yang tervalidasi (OECD, 2019).

Selain kontribusi metodologis, penelitian ini juga memiliki implikasi praktis yang penting. Instrumen yang telah tervalidasi dapat digunakan sebagai alat diagnosis untuk memetakan profil kompetensi pengelola laboratorium IPA SMP. Hasil pemetaan tersebut dapat menjadi dasar dalam perancangan program pelatihan berbasis *Continuous Professional Development* (CPD), sebagaimana disarankan oleh Cousina (2021) dan Khan et al. (2023). Dengan demikian, instrumen ini tidak hanya berfungsi sebagai alat evaluasi, tetapi juga sebagai instrumen intervensi kebijakan dalam peningkatan mutu pengelolaan laboratorium.

Dalam konteks sistem pendidikan Indonesia, keberadaan instrumen yang terstandar dan tervalidasi juga mendukung upaya harmonisasi antara regulasi nasional dan praktik di lapangan. Nasir dan Mayasri (2023) menekankan pentingnya standarisasi pengelolaan laboratorium untuk meningkatkan mutu pembelajaran IPA. Penelitian ini memberikan perangkat empiris yang dapat digunakan untuk mengukur implementasi standar tersebut secara objektif.

Secara keseluruhan, hasil analisis menunjukkan bahwa instrumen yang dikembangkan memiliki kualitas psikometrik yang sangat baik, baik dari aspek validitas konstruk maupun reliabilitas. Struktur faktor yang stabil, indeks kecocokan model yang memadai, serta konsistensi internal yang tinggi menjadikan instrumen ini layak digunakan sebagai alat ukur kompetensi pengelola/kepala laboratorium IPA SMP. Kontribusi penelitian ini tidak hanya terletak pada pengembangan instrumen, tetapi juga pada penguatan sistem penjaminan mutu laboratorium berbasis standar nasional yang tervalidasi secara empiris.

D. Penutup

Berdasarkan hasil penelitian, disimpulkan bahwa instrumen penilaian kompetensi pengelola/kepala laboratorium IPA yang dikembangkan memiliki validitas dan reliabilitas yang tinggi dengan 38 item pernyataan yang menunjukkan kesesuaian dengan model kompetensi berdasarkan SKKNI. Nilai *Cronbach's Alpha* sebesar 0,979 mengindikasikan bahwa instrumen memiliki konsistensi internal yang baik sehingga dapat diandalkan. Oleh karena itu, instrumen dapat digunakan sebagai alat ukur yang valid dan reliabel untuk menilai kompetensi pengelola laboratorium IPA di tingkat SMP.

Penerapan instrumen ini sebagai alat untuk mengumpulkan data atau profil kompetensi pengelola atau kepala laboratorium IPA agar dapat digunakan untuk pengembangan model pelatihan berbasis *continuous professional development* (CPD) serta berkelanjutan. Penelitian lanjutan dapat mengeksplorasi penerapan pelatihan ini di berbagai sekolah untuk melihat dampaknya terhadap peningkatan kompetensi dan kinerja pengelola laboratorium IPA.

Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada Pusat Pembiayaan dan Asesmen Pendidikan Tinggi (PPAPT) Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi

(Kemdiktisaintek), dan Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) yang telah memberikan beasiswa doktoral melalui BPI (Beasiswa Pendidikan Indonesia) bagi GTK yang telah mendukung penelitian ini.

Referensi

- Arian, S., Kustiawan, A., & Maladona, A. (2022). Pengelolaan Laboratorium IPA di SMPN 1 dan SMPN 2 Tasikmalaya. *J-KIP (Jurnal Keguruan dan Ilmu Pendidikan)*, 3(2), 379-384. <https://doi.org/10.25157/j-kip.v3i2.6284>
- Arikunto, S. (2012). *Dasar-dasar evaluasi pendidikan* (edisi kedua). Bumi Aksara.
- Baharum, H., Ismail, A., Awang, Z., McKenna, L., Ibrahim, R., Mohamed, Z., & Hassan, N. H. (2023). The Study Adapted Instruments Based on Confirmatory Factor Analysis (CFA) to Validate Measurement Models of Latent Constructs. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(4), 2860. <https://doi.org/10.3390/ijerph20042860>
- Browne, M. W., Cudeck, R., Bollen, K. A., & Long, J. S. (1993). Alternative Ways of Assessing Model Fit. *Testing structural equation models*, 154(4), 136-162.
- Caymaz, B. (2021). Secondary School Students' Knowledge and Views on Laboratory Safety. *Journal of Science Learning*, 4(3), 220-229. <https://doi.org/10.17509/jsl.v4i3.30752>
- Cousina, D. (2021). Assessment of Professional Competencies: A Regional Model. *Journal of Siberian Federal University Humanities & Social Sciences*, 14(12), 1820-1828. <https://doi.org/10.17516/1997-1370-0861>
- Fornell, C., & Larcker, D. F. (1981). Evaluating Structural Equation Models with Unobservable Variables and Measurement Error. *Journal of Marketing Research*, 18(1), 39-50. <https://doi.org/10.1177/002224378101800104>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Cengage Learning.
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., & Anderson, R. E. (2019). *Multivariate data analysis* (8th ed.). Cengage Learning.
- Irdiyansyah, I., Karmila, N., Agustina, C., & Aisy, K. R. (2024). Development of Transformational Leadership Instrument to Measure Principal's Leadership. *Journal of Innovation in Educational and Cultural Research*, 5(4), 624-633. <https://doi.org/10.46843/jiecr.v5i4.1912>
- Ismail, I., & Isnawati, I. (2024). Optimalisasi Kompetensi Keberlanjutan: Analisis Reliabilitas dan Validitas Asesmen Pra-Pembelajaran Siswa Sekolah Menengah Pertama. *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar*, 8(3), 1223-1240. <https://doi.org/10.26811/didaktika.v8i3.1661>

- Kepnaker. (2022). Keputusan Menteri Ketenagakerjaan Republik Indonesia Nomor 141 Tahun 2022 tentang penetapan Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia Kategori Aktivitas Profesional, Ilmiah dan Teknis Golongan Pokok Aktivitas Arsitektur dan Keinsinyuran; Analisis dan Uji Teknis Bidang Jasa Pengujian Laboratorium
- Khan, H., Yasmeen, R., & Ali, S. (2023). Validation of An Assessment Tool for Professionalism in Medical Students: A Mixed Method Study. *Journal of the Pakistan Medical Association*, 73(11), 2177-2182. <https://doi.org/10.47391/jpma.7770>
- Kizkapan, O., Önal, N., & Kirmizigül, A. (2023). Laboratory Use Self-Efficacy of Turkish Pre-Service Science Teachers Trained in Different Teacher Education Programmes. *Center for Educational Policy Studies Journal*, 14(4), 195-213. <https://doi.org/10.26529/cepsj.157>
- Kline, R. B. (2016). *Principles and practice of structural equation modeling* (4th ed.). Guilford Press.
- Marar, S., Hamza, M. A., Ayyash, M., & Abu-Shaheen, A. (2023). Development and Validation of An Instrument to Assess the Knowledge and Perceptions of Predatory Journals. *Heliyon*, 9(11). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e22270>
- Mendez, M. J. (2023). Science Laboratory Learning Environment and Students' Practices on Laboratory Safety. *SEAQIS Journal of Science Education*, 3(02), 31-42. <https://doi.org/10.58249/sjse.v3i02.113>
- Muthén, L. K., & Muthén, B.O. (2012). *Panduan Pengguna Mplus. Edisi Ketujuh*. Los Angeles, CA: Muthén & Muthén
- Nasir, M. & Mayasri, A. (2023). Pelatihan Standardisasi Pengelolaan Laboratorium Bagi Pengelola Laboratorium IPA di Kota Banda Aceh. *Abdimasku: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 6(3), 1058. <https://doi.org/10.62411/ja.v6i3.1336>
- Nunnally, J. C., & Bernstein, I. H. (1994). *Psychometric theory* (3rd ed.). McGraw-Hill.
- Nurwahyuni, N., & Tabrani ZA. (2025). Enhancing Teacher Professionalism through the Development of a PositiveSelf-Concept Based on Communication Psychology. *Jurnal Nispatti*, 10(3), 265-284. <https://doi.org/10.26811/nispatti.v10i3.154>
- OECD. (2019). *PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>
- Pasaribu, A. B. (2025). Implementasi Bahan Ajar Matematika Berdiferensiasi Berbasis PhET Simulation dalam Meningkatkan Kemampuan Numerasi Siswa. *Panteu: Journal of Primary Education and Learning*, 1(1), 33-50. <https://doi.org/10.26811/panteu.v1i1.5>
- Peniati, E., Parmin, & Purwantoyo, E. (2013). Model Analisis Evaluasi Diri Untuk Mengembangkan Kemampuan Mahasiswa Calon Guru IPA. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 2(2), 123-130. <https://doi.org/10.15294/jpii.v2i2.2711>

- Photo, P. (2025). Teaching Experiences Connected to The Implementation Of Inquiry-Based Practical Work in Primary Science Classrooms. *Research in Science Education*, 1-24. <https://doi.org/10.1007/s11165-025-10235-3>
- Pusbelina, A. R., & Sutrisno, H. (2025). Development Instrument Independence Study in Chemistry Learning Using Exploratory Factor Analysis (EFA) and Factor Analysis Confirmatory (CFA). *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 11(5), 869–876. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v11i5.9790>
- Reynders, G., Suh, E., Cole, R., & Sansom, R. (2019). Developing Student Process Skills in A General Chemistry Laboratory. *Journal of Chemical Education*, 96(10), 2109-2119. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00441>
- Rosidin, U., Maulina, D., & Suane, W. (2020). Pelatihan Pengelolaan Laboratorium dan Penggunaan Alat Peraga IPA Bagi Guru-Guru IPA Di SMP/MTS Se-Kota Bandar Lampung. *Jurnal Pengabdian Masyarakat MIPA Dan Pendidikan MIPA*, 4(1), 52–60. <https://doi.org/10.21831/jpmmp.v4i1.34075>
- Suyatna, E. T. K. . (2022). Pengembangan Aplikasi Web Google Script sebagai Instrumen Assesment. *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar*, 6(3), 997-1016. <https://doi.org/10.26811/didaktika.v6i3.240>
- Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Making Sense of Cronbach’s Alpha. *International Journal of Medical Education*, 2, 53–55. <https://doi.org/10.5116/ijme.4dfb.8dfd>
- Tay, K., Ng, S., Hee, J., Chia, E., Vythilingam, D., Ong, Y., & Krishna, L. (2020). Assessing Professionalism In Medicine – A Scoping Review of Assessment Tools from 1990 to 2018. *Journal of Medical Education and Curricular Development*, 7. <https://doi.org/10.1177/2382120520955159>
- Thiagarajan, S. (1974). *Instructional Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook*. ERIC. <https://eric.ed.gov/?id=ED090725>
- Wahono, B., Chang, C., & Khuyên, N. (2021). Teaching Socio-Scientific Issues Through Integrated STEM Education: An Effective Practical Averment From Indonesian Science Lessons. *International Journal of Science Education*, 43(16), 2663-2683. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1983226>

