

SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

Pengembangan Instrumen Tes Penalaran Ilmiah Berbasis Inkuiri Terintegrasi Etnosains untuk Calon Guru Sekolah Dasar: Studi Analisis Kebutuhan

Siti Fatimah*, Ani Rusilowati, Endang Susilaningsih

Program Doktorat Pendidikan IPA Universitas Negeri Semarang, Kota Semarang
Email korespondensi: sitifatimah2023@students.unnes.ac.id

ABSTRAK

Tes memiliki peran penting sebagai teknik evaluasi pembelajaran khususnya dalam mengukur pemahaman. *Scientific reasoning skill* menjadi salah satu kemampuan yang penting untuk dikembangkan di pendidikan abad 21. Untuk mengembangkan tes *scientific reasoning skill* berbasis inkuiri terintegrasi etnosains bagi calon guru sekolah dasar, penelitian ini fokus pada analisis kebutuhan. Analisis kebutuhan yang dianalisis mencakup dua aspek yaitu perspektif calon guru sekolah dasar terhadap pengembangan tes *scientific reasoning skill* berbasis inkuiri terintegrasi etnosains dan analisis penggunaan alat evaluasi pembelajaran sains oleh pendidik. Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif. Teknik pengumpulan data menggunakan teknik wawancara, observasi, dan kuesioner. Subjek penelitian adalah calon guru sekolah dasar yang berjumlah 50 responden. Teknik analisis data menggunakan tahapan kondensasi data, penyajian data, dan verifikasi data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebanyak 100% responden menyatakan bahwa adanya pengembangan tes *scientific reasoning skill* berbasis inkuiri terintegrasi etnosains sangat penting dilakukan sebagai bentuk pengembangan keterampilan calon guru sekolah dasar di abad 21. Temuan ini memberikan rekomendasi bagi para pendidik sains dalam mengembangkan alat evaluasi yang relevan dengan kebutuhan peserta didik.

Kata kunci: pengembangan, *scientific reasoning skill test*; pendidikan abad 21; inkuiri, etnosains, analisis kebutuhan

SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

PENDAHULUAN

Scientific Reasoning Skill (keterampilan penalaran ilmiah) merupakan keterampilan prasyarat yang harus dimiliki oleh peserta didik untuk menguasai aktivitas ilmiah khususnya dalam pembelajaran inkuiri (Edward et al., 2017; Stylinski et al., 2020). Rendahnya keterampilan penalaran ilmiah akan berdampak kepada menurunnya proses inkuiri yang diterima oleh peserta didik, selain itu juga dapat mengganggu pencapaian hasil pembelajaran (Burgess et al., 2017; Edward et al., 2017; Gray et al., 2017; Phillips et al., 2018; Stylinski et al., 2020). Pencapaian hasil belajar peserta didik meningkat ketika mampu terlibat lebih dalam selama kegiatan ilmiah di pembelajaran inkuiri (Burgess et al., 2017; Edward et al., 2017; Gray et al., 2017; Phillips et al., 2018; Stylinski et al., 2020). Hal ini juga dikuatkan dari hasil temuan Bruckermann, dkk bahwa keterampilan penalaran ilmiah berpengaruh positif terhadap pengetahuan-pengetahuan sains. Dijelaskan lebih lanjut bahwa pembelajaran berbasis inkuiri bergantung kepada prasyarat tertentu yaitu kemahiran peserta didik dalam penalaran ilmiah (Bruckermann et al., 2023).

Keterampilan penalaran ilmiah merupakan salah satu bentuk keterampilan berpikir tingkat tinggi sehingga menjadi keterampilan yang harus dikembangkan di abad 21 (Kambeyo & Scapo, 2018). Penerapan penalaran ilmiah diidentifikasi dalam lingkungan pedagogi yang mengharuskan peserta didik mempelajari metode ilmiah selama kegiatan eksperimen (Bhaw et al., 2023). Kegiatan eksperimen yang dalam hal ini adalah proses inkuiri merupakan tahapan yang dimulai dengan mengamati suatu fenomena, mengidentifikasi kemungkinan variabel yang mendasarinya, menyatakan hipotesis, menyusun percobaan dengan menggunakan variabel kontrol, menganalisis hasil, merumuskan kesimpulan, dan menulis laporan. Masing-masing proses inkuiri ini melibatkan keterampilan berpikir dan kemampuan penalaran ilmiah (Bhaw et al., 2023).

Mengingat pentingnya keterampilan penalaran ilmiah dalam pembelajaran sains, maka diperlukan adanya pengembangan penilaian yang digunakan dalam mengukur keterampilan penalaran ilmiah dengan tepat. Namun, berdasarkan hasil wawancara dengan beberapa dosen pengampu mata kuliah konsep dasar IPA penilaian yang digunakan masih memfokuskan tingkatan penerapan (C3). Sehingga soal yang digunakan sebagai pengukuran pemahaman mahasiswa adalah penilaian yang berpikir tingkat rendah. Salah satu alasan yang menjadi pertimbangan dosen adalah tingkat pemahaman mahasiswa yang berbeda-beda sehingga penilaian yang dibuat lebih memfokuskan kepada aspek pengetahuan, pemahaman, dan penerapan. Penilaian yang masih memfokuskan taraf berpikir tingkat rendah memberikan dampak kurangnya mahasiswa dalam memiliki kemampuan analisis, pemecahan masalah, dan keterampilan-keterampilan lain yang ada di abad 21. Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu adanya pengembangan alat ukur yang dapat digunakan untuk mengukur *scientific reasoning skill*.

Telah banyak riset yang mengkaji tentang pengembangan *scientific reasoning skill* bagi mahasiswa di perguruan tinggi. Seperti riset yang dilakukan Yanto, dkk yaitu mengembangkan instrumen pengukuran tes penalaran ilmiah bagi mahasiswa calon guru sains bidang biologi didapatkan instrumen tes penalaran ilmiah yang dapat digunakan kepada calon guru sains bidang biologi. Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa Bentuk evaluasi yang digunakan masih hanya sebatas pencapaian kemampuan kognitif tingkat rendah sehingga masih minim dalam mengukur keterampilan penalaran ilmiah yang memfokuskan kepada memecahkan suatu masalah (Yanto et al., 2019). Luo, dkk menghasilkan temuan bahwa pengembangan tes penalaran ilmiah yang telah dikembangkan selama ini masih sebatas memfokuskan kepada pembuatan tes keterampilan penalaran ilmiah, namun belum menekankan kepada alasan mengapa responden menentukan jawaban seperti itu, selain itu

SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

tingkat kepercayaan diri juga penting untuk diketahui dalam menjawab soal (Luo et al., 2020) seperti juga riset yang dilakukan oleh peneliti lain (Lazonder & Janssen, 2021; Zimmerman, 2000). Diketahui bahwa dengan adanya alasan, responden dapat menunjukkan bukti terhadap jawaban dari pertanyaan yang telah dikerjakan. Bukti ini yang kemudian digunakan untuk mendukung klaim atau pengambilan keputusan. Tanpa adanya eksplorasi jawaban yang lebih mendalam maka proses penalaran ilmiah yang terlibat dalam proses pemecahan masalah dikatakan masih tingkat rendah. Dijelaskan lebih lanjut bahwa dengan adanya informasi yang kontekstual dalam item butir pertanyaan dapat mendorong siswa dalam pemecahan masalah (OECD, 2006, 2015).

Kajian riset sebelumnya telah mengembangkan desain instrumen kemampuan penalaran ilmiah bagi mahasiswa. Namun, belum banyak yang mengkaji tentang pengembangan instrumen *scientific reasoning skill* bagi calon guru sekolah dasar yang mengaitkan dengan model inkuiri berbasis etnosains. Pengembangan *scientific reasoning skill* bagi calon guru SD sangat penting dikarenakan mereka yang akan nantinya mengembangkan keterampilan bagi siswa di tingkat paling dasar. Hal ini dikuatkan dalam riset yang dilakukan Unlu dkk yang menyebutkan bahwa pengembangan penalaran ilmiah bagi calon guru sekolah dasar sangat penting dikarenakan masih rendahnya tingkat penalaran ilmiah pada calon guru sekolah dasar (Koyunlu Ünlü et al., 2024). Padahal penalaran ilmiah merupakan salah satu keterampilan berpikir tingkat tinggi yang mempunyai tempat sangat penting dalam pendidikan sains (Koyunlu Ünlü et al., 2024; Yanto et al., 2019). Jenjang sekolah dasar merupakan tingkatan dimana siswa memiliki kemampuan *golden age* dan memiliki taraf kreativitas yang tinggi, sehingga pengembangan keterampilan khususnya penalaran ilmiah perlu dikembangkan sejak dini (Koerber & Osterhaus, 2021; Mambetalina et al., 2023). Oleh sebab itu, calon guru sekolah dasar perlu dibiasakan untuk aktivitas penalaran ilmiah termasuk dalam teknik evaluasi yang digunakan.

Berbagai jenis alat ukuran keterampilan abad 21 seperti tes kemampuan penalaran ilmiah perlu dikembangkan sebagai solusi dari masih minimnya tingkat penalaran ilmiah bagi calon guru SD. Aspek inkuiri berbasis etnosains menjadi kebaruan dalam penelitian ini. Meskipun telah ada penelitian yang mengkaji tentang tes kemampuan penalaran ilmiah berbasis inkuiri (Koyunlu Ünlü et al., 2024; Rodríguez Ortega et al., 2019) termasuk tes kemampuan penalaran ilmiah berbasis pemecahan masalah (Wuriyudani et al., 2018). Pengembangan instrumen yang dilakukan peneliti lain masih berpusat pada item pertanyaan yang memfokuskan pada aspek penyelidikan/inkuiri. Namun tes penalaran ilmiah berbasis inkuiri yang terintegrasi dengan etnosains belum dikaji lebih mendalam. Adanya fenomena sains yang dekat dengan kehidupan sehari-hari seperti kearifan lokal dapat memudahkan siswa memahami konsep lebih mudah dan mendalam (Sudarmin et al., 2022). Pendekatan etnosains memberikan kemudahan bagi siswa dalam menganalisis fenomena sains, karena siswa menganalisis fenomena yang dekat dengan kehidupan sehari-hari (Sudarmin et al., 2019; Sumarni et al., 2023).

Tahapan pengembangan instrumen ini diawali dengan analisis kebutuhan. Oleh sebab itu, tahap analisis kebutuhan menjadi sangat penting dalam penelitian pengembangan alat ukur *scientific reasoning skill* yang nantinya akan dilakukan. Analisis kebutuhan merupakan tahapan dimana menganalisis kebutuhan di lapangan dalam sebuah pengembangan produk yang bertujuan untuk memastikan produk yang akan dirancang dan dibuat sesuai dengan kebutuhan pengguna (Dewi & Fahmi, 2018). Dengan memahami kebutuhan yang ada di lapangan, produk yang dikembangkan dapat lebih bermanfaat bagi pengguna sebagai upaya menyelesaikan permasalahan yang ada dalam pembelajaran sains. Mengingat pentingnya analisis kebutuhan dalam tahapan penelitian pengembangan, maka penelitian ini memfokuskan

SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

kepada analisis kebutuhan terhadap pengembangan instrumen *scientific reasoning skill* berbasis inkuiri yang terintegrasi etnosains bagi calon guru SD/MI. Sehingga rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana tanggapan dosen pengampu mata kuliah konsep dasar IPA terhadap proses pembelajaran sains dan bentuk evaluasi yang digunakan untuk mengukur kemampuan mahasiswa?
2. Bagaimana tanggapan mahasiswa calon guru SD/MI tentang proses pembelajaran sains dan evaluasi yang telah digunakan?

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yaitu bertujuan untuk menganalisis kebutuhan pengembangan instrumen *scientific reasoning skill* bagi calon guru SD/MI. Penelitian analisis kebutuhan ini merupakan tahap awal dalam penelitian R&D untuk mengembangkan instrumen *scientific reasoning skill*. Penelitian R&D yang dilakukan menggunakan tahapan ADDIE yang dikembangkan oleh Branch (Branch, 2009) yang terdiri dari lima tahap yaitu *Analyze, Design, Develop, Implement, dan Evaluate*. Tahap *analyze* merupakan tahapan yang difokuskan dalam penelitian ini yaitu tahap dimana pengumpulan informasi tentang kebutuhan guru dan siswa (Yanarti et al., 2022) dalam evaluasi pembelajaran sains yaitu pada kebutuhan pengukuran *scientific reasoning skill*. Subjek penelitian adalah mahasiswa yang berjumlah 50 responden dan dosen pengampu mata kuliah IPA. Teknik pengumpulan data menggunakan kuesioner. Teknik kuesioner merupakan teknik pengumpulan data yang biasa digunakan dalam kajian analisis kebutuhan dalam penelitian (McClelland, 1994). Penyebaran kuesioner dilakukan melalui google form dan menggunakan instrumen angket semi terbuka. Lembar kuesioner disebarkan kepada seluruh mahasiswa calon guru SD/MI tentang pertanyaan-pertanyaan yang mencakup kebutuhan dan keinginan mahasiswa dalam pembelajaran IPA khususnya dalam hal *assessment*. Penyebaran kuesioner juga dilakukan kepada dosen pengampu IPA tentang bentuk evaluasi dalam pembelajaran konsep dasar IPA yang telah diberikan kepada mahasiswa dan untuk mengetahui tanggapan dosen mengenai perlunya instrumen *scientific reasoning skill* sebagai salah satu bentuk evaluasi mata kuliah konsep dasar IPA bagi mahasiswa. Teknik analisis data menggunakan teknik deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini memfokuskan pada tahap awal penelitian R&D yaitu tahap analisis kebutuhan. Tahap analisis kebutuhan merupakan tahap yang paling penting sebelum mengembangkan sebuah produk. Hasil analisis kebutuhan ini menjadi kunci yang nantinya menjadi bahan kajian dalam membuat produk sebagai solusi dari permasalahan yang ada. Hal ini sesuai dengan pernyataan Handayani, dkk bahwa adanya analisis kebutuhan dapat menjadi bahan kajian bagi peneliti dalam membuat sebuah produk (Handayani et al., 2019). Adanya tahap analisis kebutuhan memastikan bahwa produk yang akan dirancang dan dikembangkan sesuai dengan kebutuhan pengguna (Dewi & Fahmi, 2018; Fatimah et al., 2021). Branch menyebutkan bahwa analisis kebutuhan merupakan tahap penting dalam suatu pengembangan produk yaitu bertujuan untuk mengurangi gap/kesenjangan antara kompetensi yang dibutuhkan dengan kompetensi yang ada (Branch, 2009). Di tahap R&D model ADDIE, analisis kebutuhan masuk ke tahap *Analyze*. Tahap *analyze* dibagi menjadi enam langkah, yaitu *Validate the Performance Gap* (validasi kesenjangan kinerja/ analisis permasalahan), *Determine Instructional Goals* (menentukan tujuan instruksional), *Confirm the Intended Audience* (mengkonfirmasi audiens yang dituju), *Identify Required Resources* (mengidentifikasi sumber daya yang dibutuhkan), *Determine Potential Delivery System* (menentukan sistem pengiriman

SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

potensial), Compose a Project Management Plan (menyusun rencana pengelolaan proyek) (Branch, 2009). Dengan adanya tahapan analisis kebutuhan yang sistematis ini diharapkan dapat menjadi rekomendasi dalam pengembangan teknik evaluasi dalam mengukur keterampilan penalaran ilmiah yang sesuai harapan pendidik dan mahasiswa.

1. *Validate the Performance Gap* (validasi kesenjangan kinerja/ analisis permasalahan)

Tahap ini dilakukan untuk mengetahui adanya permasalahan yang ada dalam pembelajaran sains. Hal ini diperoleh dengan memberikan kuesioner kepada dosen pengampu mata kuliah dan mahasiswa calon guru SD/MI. Kuesioner disebar untuk mengidentifikasi kebutuhan melalui analisis proses pembelajaran sains yang telah berjalan seperti penggunaan model pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran sains. Disisi lain, identifikasi teknik penilaian ketika pembelajaran sains dianalisis mulai dari bentuk dan jenis evaluasi yang digunakan. Tabel 1 dan 2 adalah hasil respon dari responden terhadap permasalahan dan kebutuhan dosen dan mahasiswa calon guru SD/MI dalam pembelajaran sains.

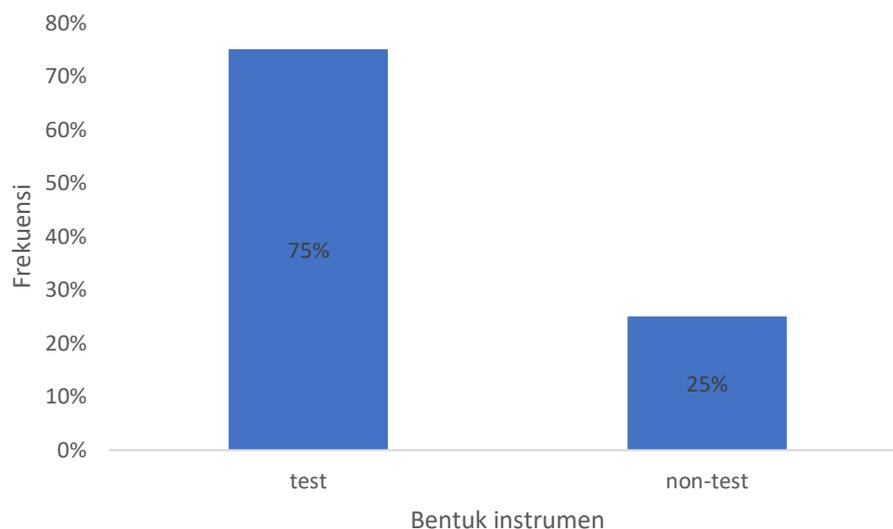
Tabel 1. Analisis Kebutuhan Dosen Terhadap Teknik Evaluasi Pengukuran Keterampilan Penalaran Ilmiah

Aspek	Pertanyaan	Ya	Tidak
Tersedianya pembelajaran sains yang inovatif	1. Apakah Anda sering menggunakan model inkuiri dalam pembelajaran sains?	75%	25%
	2. Apakah Anda sering mengintegrasikan pembelajaran sains dengan kearifan lokal?	25%	75%
	3. Menurut Anda apakah kearifan lokal penting dikenalkan dalam pembelajaran sains?	100%	100%
Kebutuhan instrumen penilaian keterampilan penalaran ilmiah berbasis inkuiri terintegrasi etnosains	1. Apakah Anda mengevaluasi pengetahuan mahasiswa dengan konsisten?	100%	0%
	2. Menurut Anda, apakah perlu adanya pengembangan instrumen penilaian keterampilan penalaran ilmiah mahasiswa yang berbasis inkuiri?	100%	0%
	3. Menurut Anda, apakah perlu adanya pengembangan instrumen penilaian keterampilan ilmiah mahasiswa yang terintegrasi dengan kearifan lokal?	100%	0%

Tabel 1 menunjukkan bahwa 100% dosen membutuhkan adanya pengembangan instrumen keterampilan penalaran ilmiah mahasiswa yang berbasis inkuiri terintegrasi etnosains. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa selama ini evaluasi yang digunakan oleh dosen adalah tes uraian yang mencakup level pengetahuan sampai dengan aplikasi. Sedangkan level analisis jarang sekali diberikan. Ketika diberikan soal analisis, mayoritas mahasiswa menjawab belum tepat karena merasa kesulitan.

SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”



Gambar 1. Bentuk Instrumen SRS menurut kebutuhan dosen/pendidik

Gambar 1 menunjukkan bahwa dosen/pendidik lebih memilih jenis instrumen untuk pengukuran SRS adalah bentuk tes. Alasan pemilihan tes sebagai alat instrumen pengukuran SRS adalah memudahkan dosen dalam menentukan level penalaran ilmiah mahasiswa. Dengan mengetahui level penalaran ilmiah mahasiswa, maka memberikan kemudahan bagi dosen/pendidik dalam mengembangkan konten materi sains. Dosen meyakini bahwa dengan adanya keterampilan penalaran ilmiah yang baik, maka mahasiswa akan mendapatkan prestasi yang baik pula. Hal ini juga dikuatkan dari hasil temuan Bruckmann, dkk bahwa keterampilan penalaran ilmiah berpengaruh positif terhadap pengetahuan-pengetahuan sains (Bruckermann et al., 2023).

Temuan lanjutan menyebutkan bahwa bentuk tes yang dibutuhkan dalam pengukuran SRS adalah bentuk pilihan ganda dengan bentuk berjenjang. Hal ini bermaksud agar dosen dapat menganalisis lebih dalam tentang keterampilan penalaran ilmiah mahasiswa. Selain itu, tes uraian disebut memiliki kelemahan yaitu mahasiswa cukup banyak yang tidak menulis penjelasan yang lengkap dan detail. Hal ini seperti yang dikuatkan dalam Gurel, dkk bahwa pertanyaan jenis *open-ended* cenderung membuat siswa enggan dalam menulis jawaban yang komprehensif dan rinci (Kaltakci Gurel et al., 2015). Dengan adanya penambahan alasan dalam soal, mahasiswa dapat menganalisis lebih lanjut jawaban secara lebih mendalam. Selain adanya penambahan alasan, tingkat keyakinan mahasiswa dalam menjawab soal juga perlu diukur. Dijelaskan bahwa dengan adanya tes pilihan ganda dengan tiga tingkat menjadi solusi dalam mengatasi keterbatasan bentuk tes pilihan ganda tradisional bahkan pilihan ganda yang dua tingkat (Peşman & Eryılmaz, 2010). Duncan & Johnstone menyebutkan bahwa tes pilihan ganda tradisional tidak dapat mengungkapkan alasan yang digunakan siswa untuk sampai pada satu jawaban. Seperti siswa dapat memberikan jawaban yang benar dengan alasan yang salah atau jawaban salah dengan alasan yang benar (Duncan & Johnstone, 1973). Melalui tes pilihan ganda jenjang tiga membantu dosen/pendidik dalam menganalisis penalaran siswa tanpa perlu adanya wawancara (Yeo et al., 2022).

Pengembangan instrumen berbasis inkuiri terintegrasi kearifan lokal menjadi kebutuhan bagi pendidik dalam pengukuran SRS. Pembelajaran berbasis inkuiri bergantung kepada prasyarat tertentu yaitu kemahiran peserta didik dalam penalaran ilmiah (Bruckermann et al., 2023). Sehingga sangat tepat apabila pengukuran SRS menggunakan

SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

prinsip-prinsip yang ada dalam model pembelajaran inkuiri. Pengenalan kearifan lokal dalam instrumen yang dikembangkan juga memberikan kesempatan bagi mahasiswa dalam memahami konsep-konsep sains lebih luas. Adanya integrasi kearifan lokal dalam instrumen penilaian dapat menambah kemampuan literasi sains mahasiswa sehingga membantu mahasiswa dalam memahami konsep sains berdasarkan kondisi lingkungannya, mengaplikasikan konsep sains dalam interaksinya dengan lingkungan (Cahyahatini et al., 2023). Dihasil riset lain menunjukkan bahwa dengan kearifan lokal yang diintegrasikan dalam soal tes memungkinkan siswa dalam memahami aplikasi konsep sains dalam kehidupan sehari-hari (Murti & Sunarti, 2021).

Tabel 2. Analisis Kebutuhan Mahasiswa Terhadap Teknik Evaluasi Pengukuran Keterampilan Penalaran Ilmiah

Aspek	Pertanyaan	Ya	Tidak
Tersedianya pembelajaran sains yang inovatif yang inovatif	1. Apakah Anda terbiasa dengan melakukan percobaan/penyelidikan dalam pembelajaran sains?	84%	16%
	2. Apakah Anda setuju dengan adanya kegiatan penyelidikan dalam pembelajaran sains?	100%	0%
	3. Apakah Anda tertarik dengan adanya integrasi antara pembelajaran sains dengan kearifan lokal?	100%	0%
	4. Menurut Anda apakah kearifan lokal penting dikenalkan dalam pembelajaran sains?	100%	0%
Kebutuhan instrumen penilaian keterampilan penalaran ilmiah berbasis inkuiri terintegrasi etnosains	1. Apakah evaluasi dalam pembelajaran sains dilakukan secara konsisten?	100%	0%
	2. Menurut Anda, apakah perlu adanya pengembangan instrumen penilaian keterampilan penalaran ilmiah yang berbasis penyelidikan?	100%	0%
	3. Menurut Anda, apakah perlu adanya instrumen penilaian keterampilan ilmiah mahasiswa yang terintegrasi dengan kearifan lokal?	100%	0%

Tabel 2 menunjukkan bahwa 100% mahasiswa membutuhkan adanya instrumen keterampilan penalaran ilmiah mahasiswa yang berbasis inkuiri terintegrasi etnosains. Hasil analisis juga menunjukkan bahwa lebih memilih bentuk instrumen yang digunakan adalah bentuk tes dengan jenis pilihan ganda. Alasan dipilihnya mayoritas jenis pilihan ganda adalah karena mahasiswa bisa lebih mudah dalam menentukan jawaban yang tepat karena sudah ada beberapa alternatif pilihan jawaban. Hasil analisis mendalam bahwa mayoritas mahasiswa setuju dengan adanya jenis pilihan ganda dengan tiga tingkat. Hal ini memberikan kesempatan bagi mahasiswa selain memilih jawaban yang tepat juga memberikan alasan terhadap pilihan yang telah dijawab. Sehingga akan mengurangi mahasiswa dalam menjawab soal secara asal.

2. *Determine Instructional Goals* (menentukan tujuan instruksional)

Pembelajaran sains diharapkan mengacu kepada CPMK Mata kuliah konsep dasar IPA yaitu menganalisis konsep, metode keilmuan, substansi materi, struktur, dan pola pikir keilmuan IPA, memfasilitasi pengembangan potensi keilmuan bidang IPA pada peserta didik untuk mengaktualisasikan kemampuan dan keterampilan dalam kehidupan nyata di sekolah/madrasah dan di masyarakat, serta mampu menerapkan pemikiran logis, kritis, sistematis, dan inovatif dalam memecahkan permasalahan di bidang IPA melalui pendekatan ilmiah (inkuiri) dalam kerja kelompok. Berdasarkan analisis CPMK mata

SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

kuliah pembelajaran sains diharapkan mampu mengembangkan keterampilan mahasiswa calon guru SD/MI dalam memiliki keterampilan pemecahan masalah, kritis, logis melalui pendekatan inkuiri. Berdasarkan hasil kuesioner, pembelajaran sains telah menggunakan model dan media pembelajaran yang cukup inovatif. Aktivitas penyelidikan (inkuiri) menjadi pilihan bagi dosen dalam pembelajaran sains. Namun, kegiatan penyelidikan yang dilakukan masih hanya memfokuskan kepada pembuktian teori melalui percobaan yang telah dirancang. Kegiatan penyelidikan yang kurang optimal menjadikan kemampuan analisis mahasiswa kurang optimal, khususnya pengembangan keterampilan penalaran ilmiah. Keterampilan penalaran ilmiah ini diyakini menjadi salah satu keterampilan yang harus dimiliki oleh mahasiswa dalam kegiatan inkuiri (Stylinski et al., 2020). Dengan berpedoman kepada CPMK maka proses pembelajaran sains mulai dari perencanaan sampai evaluasi diharapkan ditekankan pengembangan keterampilan analisis. Teknik penilaian yang digunakan diharapkan tidak hanya mengukur pengetahuan kognitif di level pengetahuan, pemahaman, dan penerapan, namun juga perlu adanya pengembangan soal di level analisis sampai mencipta. Level analisis sampai mencipta merupakan keterampilan berpikir tingkat tinggi dimana keterampilan berpikir tingkat tinggi salah satunya adalah keterampilan penalaran ilmiah (Bhaw et al., 2023; Sun et al., 2022).

3. *Confirm the Intended Audience* (mengkonfirmasi audiens yang dituju)

Tes keterampilan penalaran ilmiah diberikan kepada mahasiswa yang sedang atau telah menerima mata kuliah konsep dasar IPA. Hal ini dikarenakan mata kuliah konsep dasar IPA merupakan mata kuliah yang paling banyak menggunakan kegiatan penyelidikan (inkuiri). Hal ini dikuatkan dalam hasil kuesioner yang diberikan kepada dosen pengampu mata kuliah bahwa tes keterampilan penalaran ilmiah sangat tepat digunakan sebagai teknik evaluasi dalam pembelajaran sains. Alasannya adalah keterampilan penalaran ilmiah sangat dibutuhkan bagi mahasiswa. Dengan terlatihnya keterampilan penalaran ilmiah mahasiswa, akan memudahkan bagi mahasiswa dalam menganalisis fenomena atau permasalahan yang ada sampai menemukan solusi terhadap permasalahan yang ada. Melalui pengembangan tes keterampilan penalaran ilmiah, mahasiswa akan dibiasakan untuk menganalisis fenomena yang ada, membuat hipotesis, merencanakan dan melakukan eksperimen, mengolah dan menganalisis data percobaan, sampai dengan membuat kesimpulan dan evaluasi terhadap apa yang telah dilakukan. Indikator ini yang nantinya menjadi pedoman dalam pengembangan soal keterampilan penalaran ilmiah. Mahasiswa calon guru SD/MI menjadi responden yang akan diukur. Pengembangan *scientific reasoning skill* bagi calon guru SD sangat penting dikarenakan mereka yang akan nantinya mengembangkan keterampilan bagi siswa di tingkat paling dasar. Hal ini dikuatkan dalam riset yang dilakukan Unlu dkk yang menyebutkan bahwa pengembangan penalaran ilmiah bagi calon guru sekolah dasar sangat penting dikarenakan masih rendahnya tingkat penalaran ilmiah pada calon guru sekolah dasar (Koyunlu Ünü et al., 2024).

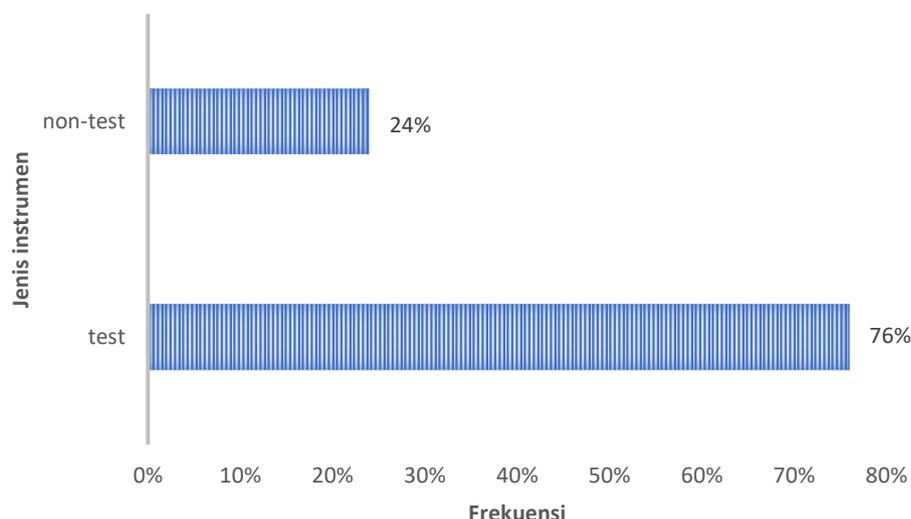
4. *Identify Required Resources* (mengidentifikasi sumber daya yang dibutuhkan)

Berkaitan dengan sumber daya berkaitan dengan proses pengembangan instrumen keterampilan penalaran ilmiah, untuk mencapai tujuan pembelajaran yang ditetapkan adalah membiasakan mahasiswa menganalisis fenomena sains yang dekat dengan kehidupan sehari-hari dalam hal ini analisis fenomena dapat dilakukan dengan mengenalkan kearifan lokal daerah. Selain membiasakan mahasiswa untuk menganalisis fenomena berdasarkan kearifan lokal yang ada, mahasiswa diarahkan untuk melakukan proses inkuiri yang sistematis. Mulai dari analisis permasalahan, membuat hipotesis, merancang dan melakukan percobaan, menganalisis dan menginterpretasikan data, membuat kesimpulan sampai membuat evaluasi dari proses inkuiri. Kegiatan ini

SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

memudahkan mahasiswa dalam proses bernalar dan berpikir secara ilmiah. Disisi lain, mahasiswa juga diarahkan untuk menganalisis literatur-literatur ilmiah sebagai sumber referensi yang valid dan memiliki tingkat kebenaran yang besar. Melalui aktivitas ini, dengan berkembangnya penalaran ilmiah dalam proses inkuiri maka mahasiswa terbiasa untuk menyelesaikan bentuk-bentuk soal yang bertujuan untuk mengembangkan penalaran ilmiah mahasiswa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penalaran ilmiah mahasiswa akan berkembang ketika proses pembelajaran sains dilakukan menggunakan model inkuiri (Phillips et al., 2018; Stylinski et al., 2020). Sehingga sangat tepat ketika dosen akan mengembangkan keterampilan penalaran ilmiah, bentuk pembelajaran dan evaluasi yang digunakan berbasis inkuiri. Beberapa literatur telah dianalisis tentang pengembangan instrumen keterampilan penalaran ilmiah. Hasil kajian menunjukkan bahwa instrumen keterampilan penalaran ilmiah banyak dilakukan dengan menggunakan tes (Dowd et al., 2019; Hardy et al., 2021; Kaiser & Mayer, 2019; Nyberg et al., 2020; Omarchevska et al., 2022). Hal ini juga dikuatkan dengan hasil penelitian lapangan bahwa dosen mengharapkan bahwa evaluasi yang dapat digunakan untuk mengukur keterampilan penalaran ilmiah adalah dengan menggunakan tes. Alasannya adalah tes menjadi alat ukur yang lebih objektif dibandingkan dengan jenis instrumen yang lain. Disisi lain, instrumen tes membantu dosen dalam membuat tingkatan/level kemampuan mahasiswa. Sehingga dapat menjadi profil yang digunakan oleh dosen dalam mengevaluasi tingkat pemahaman mahasiswa. Ditinjau dari responden mahasiswa, mahasiswa menyatakan idealnya dalam mengukur keterampilan penalaran ilmiah dilakukan dengan menggunakan tes.



Gambar 2. Respon Mahasiswa ditinjau dari jenis instrumen pengukuran SRS

Gambar 2 menunjukkan bahwa respon mahasiswa terhadap jenis instrumen pengukuran SRS adalah dalam bentuk tes. Alasan mahasiswa dalam menentukan jenis instrumen yang digunakan mayoritas adalah tes dikarenakan dalam pengukuran keterampilan penalaran ilmiah diharapkan dapat mengukur secara jelas kemampuan yang dimiliki oleh mahasiswa.

5. *Determine Potential Delivery System* (menentukan sistem pengiriman potensial)

Tahap ini dilakukan bertujuan untuk meninjau model mana yang paling dibutuhkan dalam pengembangan instrumen tes SRS. Penetapan ini berdasarkan dari tujuan pembelajaran (CPMK), kebutuhan dosen, kebutuhan mahasiswa, dan juga sumber daya lain

SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

yang tersedia. Diketahui bahwa model yang sesuai dengan kebutuhan pengembangan instrumen SRS adalah bentuk tes dengan jenis *three tier multiple choice* yang diintegrasikan dengan model inkuiri dan kearifan lokal daerah. Penggunaan google form dilakukan untuk mendapatkan data yang lebih banyak agar menemukan tingkat kevalidan dan kehandalan dari instrumen tes SRS yang nantinya akan dikembangkan.

6. *Compose a Project Management Plan* (menyusun rencana pengelolaan proyek)

Tahap terakhir dalam langkah analisis kebutuhan adalah menyusun rencana pengelolaan proyek yang dalam hal ini adalah menyusun produk yang akan dikembangkan berdasarkan permasalahan yang ada. Hasil analisis menunjukkan bahwa pengembangan instrumen kemampuan penalaran ilmiah mahasiswa perlu dikembangkan. Produk yang dikembangkan nantinya adalah berupa instrumen bentuk *test three tier multiple choice*. Melalui tes pilihan ganda jenjang tiga membantu dosen/pendidik dalam menganalisis penalaran siswa tanpa perlu adanya wawancara (Yeo et al., 2022). Instrumen three tier mengurangi mahasiswa akan miskonsepsi selain memang sebagai langkah dalam menganalisis pemahaman konsep mahasiswa secara lebih mendalam. Hal ini sejalan dengan penelitian Arslan dkk dan Jusniar, dkk bahwa dengan adanya instrumen tes three tier memiliki keunggulan sebagai instrumen dalam mendiagnostik pemahaman konsep dan mampu mendiagnosis miskonsepsi siswa (Arslan et al., 2012; Jusniar et al., 2021). Design instrumen yang akan dikembangkan nantinya akan mengintegrasikan inkuiri dan kearifan lokal. Kearifan lokal yang dimaksud adalah jenis kearifan lokal daerah Kebumen dan sekitarnya yang memiliki konsep sains seperti bedug, rebana, kendang, batik walet, dan jenis kearifan lokal lainnya. Sedangkan soal-soal SRS yang dikembangkan mengikuti tahapan inkuiri yaitu dimulai dari menganalisis fenomena sampai mengambil kesimpulan. Tahapan ini juga relevan dengan aspek-aspek yang ada dalam dimensi SRS.

Scientific Reasoning Skill terdiri dari operasi menghasilkan hipotesis, menguji hipotesis dengan merancang dan melakukan eksperimen, dan mengevaluasi hasil dalam untuk menarik kesimpulan tentang hipotesis atau merumuskan hipotesis lebih lanjut (Klahr & Dunbar, 1988). Zimmerman merumuskan ketiga indikator tersebut menjadi 11 sub keterampilan penalaran ilmiah yaitu: Perumusan hipotesis terdiri dari (1) kemampuan merumuskan hipotesis spesifik (tergantung pada pengetahuan sebelumnya, hipotesis harus sespesifik mungkin) dan (2) kemampuan pendekatan sistematis terhadap perumusan hipotesis (dengan tujuan merumuskan hipotesis tentang semua variabel independen yang relevan). Menguji hipotesis dengan merancang eksperimen terdiri dari (3) kemampuan untuk mengurutkan pendekatan dalam melakukan eksperimen secara efisien (misalnya, menggunakan eksperimen yang telah dilakukan untuk perbandingan), (4) kemampuan untuk memanipulasi satu variabel tertentu dengan benar sambil (5) menahan semua variabel lainnya. variabel konstan, juga disebut sebagai Strategi Pengendalian Variabel (CVS; misalnya, Tschirgi, 1980; Chen dan Klahr, 1999; Lorch dkk., 2014; Schwichow et al., 2016a), dan (6) kemampuan bekerja secara tuntas melalui semua percobaan yang diperlukan untuk menguji dampaknya setiap variabel yang berpotensi relevan (independen). Mengevaluasi hasil untuk menarik kesimpulan terdiri dari (7) kemampuan menarik kesimpulan tertentu dari percobaan yang dipengaruhi oleh variabel bebas variabel terikat atau (8) dari eksperimen yang tidak, (9) kemampuan untuk tidak menarik kesimpulan ketika melakukan percobaan tidak meyakinkan (misalnya, ketika lebih dari satu variabel dimanipulasi karena kesalahan), (10) kemampuan untuk mengenali hal-hal yang tidak meyakinkan eksperimen, dan (11) kemampuan menolak hipotesis ketika hasil percobaan menunjukkan arah yang berbeda (Zimmerman, 2000, 2007).

SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

Lawson menjelaskan tentang aspek dari kemampuan penalaran ilmiah yang mencakup *Conservation dimension*, *Proportional reasoning dimension*, *Control of variables dimension*, *Probability dimension* (Lawson, 1994). Yang kemudian dimodifikasi menjadi Konservasi materi dan volume, Penalaran proporsional, Pengendalian variabel, Penalaran probabilitas, Penalaran korelasi, Penalaran hipotesis-deduktif (Jin Han, 2011). Kambeyo & Scapo memaparkan indikator yang terdiri dari mampu menganalisis dan mengeksplorasi masalah, merumuskan dan menguji hipotesis, memanipulasi dan mengisolasi variabel, dan mengevaluasi proses ilmiah (Kambeyo & Scapo, 2018). Bruckermann, dkk menjelaskan tiga aspek dalam kemampuan penalaran ilmiah yaitu *Forming hypotheses*, *Testing hypotheses*, dan *Analyzing data* (Bruckermann et al., 2021). Penelitian terbaru yang mengukur kemampuan penalaran ilmiah seperti Bhaw, dkk menggunakan pengukuran keterampilan penalaran ilmiah menggunakan *Lawson's classroom test of scientific reasoning* (LCTSR) yang terdiri dari empat dimensi yaitu *Conservation dimension*, *Proportional reasoning dimension*, *Control of variables dimension*, *Probability dimension* (Bhaw et al., 2023).

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebanyak 100% responden yang berasal dari mahasiswa dosen pengampu mata kuliah konsep dasar IPA menyatakan membutuhkan adanya pengembangan tes *scientific reasoning skill* berbasis inkuiri terintegrasi etnosains. Kebutuhan ini berdasarkan permasalahan yang ada yaitu teknik evaluasi yang digunakan dalam mengukur pemahaman sains mahasiswa masih sebatas level pengetahuan, pemahaman, dan penerapan. Minimnya variasi bentuk tes evaluasi yang digunakan yaitu masih sebatas tes uraian. Rekomendasi dalam penelitian ini adalah dilakukannya desain dan pengembangan instrumen keterampilan penalaran ilmiah mahasiswa berupa soal tes pilihan ganda dengan bentuk *test three tier multiple choice* yang berbasis inkuiri terintegrasi dengan kearifan lokal. Temuan ini menjadi penting bagi para pendidik sains dalam mengembangkan alat evaluasi yang relevan dengan kebutuhan peserta didik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arslan, H. O., Cigdemoglu, C., & Moseley, C. (2012). A Three-Tier Diagnostic Test to Assess Pre-Service Teachers' Misconceptions about Global Warming, Greenhouse Effect, Ozone Layer Depletion, and Acid Rain. *International Journal of Science Education*, 34(11), 1667–1686.
- Bhaw, N., Kriek, J., & Lemmer, M. (2023). Insights from coherence in students' scientific reasoning skills. *Heliyon*, 9(7), e17349.
- Branch, R. M. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. Springer US.
- Bruckermann, T., Greving, H., Schumann, A., Stillfried, M., Börner, K., Kimmig, S. E., Hagen, R., Brandt, M., & Harms, U. (2023). Scientific reasoning skills predict topic-specific knowledge after participation in a citizen science project on urban wildlife ecology. *Journal of Research in Science Teaching*, 60(9), 1915–1941.
- Burgess, H. K., DeBey, L. B., Froehlich, H. E., Schmidt, N., Theobald, E. J., Ettinger, A. K., HilleRisLambers, J., Tewksbury, J., & Parrish, J. K. (2017). The science of citizen science: Exploring barriers to use as a primary research tool. *Biological Conservation*, 208, 113–120.
- Cahyahatini, A. F., Sjaifuddin, S., & Taufik, A. N. (2023). Pengembangan instrumen tes berbasis kearifan lokal Kesenianku Rampak Bedug untuk Melatih Keterampilan

SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

- Literasi Sains Siswa SMP Kelas VIII. *Jurnal Bahana Manajemen Pendidikan*, 12(1), 207.
- Dewi, Y. A. P., & Fahmi, S. (2018). Analisis Kebutuhan Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Android Pada Pokok Bahasan Operasi Hitung Campuran Untuk Anak Berkebutuhan Khusus (ABK) Tunagrahita. *SENDIKA: Seminar Nasional Pendidikan FKIP UAD*.
- Dowd, J. E., Thompson, R. J., Schiff, L., Haas, K., Hohmann, C., Roy, C., Meck, W., Bruno, J., & Reynolds, J. A. (2019). Student learning dispositions: Multidimensional profiles highlight important differences among undergraduate stem honors thesis writers. *CBE Life Sciences Education*, 18(2). Scopus.
- Duncan, I. M., & Johnstone, A. H. (1973). The mole concept. *Education in Chemistry*, 10, 213–214.
- Edward, R., McDonnell, D., Simpson, I., & Wilson, A. (2017). *Educational backgrounds, project design, and inquiry learning in citizen science*. In C. Herodotou, M. Sharples, & E. Scanlon (Eds.) (Citizen inquiry: Syn-thesising science and inquiry learning). Routledge.
- Fatimah, S., Mufti, Y., & Mahmudah, U. (2021). Analisis Kebutuhan Pengembangan Aplikasi Android berbasis Potensi Lokal sebagai Media Pembelajaran Sains. *SEMAI Seminar Nasional PGMI IAIN Pekalongan*, 1, 224–237.
- Gray, S., Jordan, R., Crall, A., Newman, G., Hmelo-Silver, C., Huang, J., Novak, W., Mellor, D., Frensley, T., Prysby, M., & Singer, A. (2017). Combining participatory modelling and citizen science to support volunteer conservation action. *Biological Conservation*, 208, 76–86.
- Handayani, F., Hartono, H., & Lestari, W. (2019). Need Analysis in The Development of HOTS-Oriented Study Project Assesment Instrument in Android-Based Science Learning. *Journal of Educational Research and Evaluation*, 8(1), 57–64.
- Hardy, I., Stephan-Gramberg, S., & Jurecka, A. (2021). The use of scaffolding to promote preschool children’s competencies of evidence-based reasoning. *Unterrichtswissenschaft*, 49(1), 91–115. Scopus.
- Jusniar, J., Effendy, E., Budiasih, E., & Sutrisno, S. (2021). The Effectiveness of the “EMBE-R” Learning Strategy in Preventing Student’s Misconception in Chemical Equilibrium. *Educacion Quimica*, 32(2), 53–73. Scopus.
- Kaiser, I., & Mayer, J. (2019). The Long-Term Benefit of Video Modeling Examples for Guided Inquiry. *Frontiers in Education*, 4. Scopus.
- Kaltakci Gurel, D., Eryilmaz, A., & McDermott, L. C. (2015). A Review and Comparison of Diagnostic Instruments to Identify Students’ Misconceptions in Science. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 11(5).
- Kambeyo, L., & Scapo, B. (2018). Scientific reasoning skills: A theoretical background on science education. *REFORM FORUM*, 1, 27–36.
- Koerber, S., & Osterhaus, C. (2021). Science competencies in kindergarten: A prospective study in the last year of kindergarten. *Unterrichtswissenschaft*, 49(1), 117–136. Scopus.
- Koyunlu Ünlü, Z., Babayiğit, Ö., & Ünlü, V. (2024). Development of preservice elementary teachers scientific reasoning skills through scientific inquiry. *Research in Science & Technological Education*, 1–18.
- Lazonder, A. W., & Janssen, N. (2021). Development and initial validation of a performance-based scientific reasoning test for children. *Studies in Educational Evaluation*, 68. Scopus.

SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

- Luo, M., Wang, Z., Sun, D., Wan, Z. H., & Zhu, L. (2020). Evaluating scientific reasoning ability: The design and validation of an assessment with a focus on reasoning and the use of evidence. *Journal of Baltic Science Education*, 19(2), 261–275. Scopus.
- Mambetalina, A., Karkulova, A., Lebedeva, M., & Sabirova, L. (2023). Preschool Education and its Impact on the Scientific and Research Potential of Rising Schoolchildren: In Favor or Against? *Information Sciences Letters*, 12(9), 2923–2936. Scopus.
- McClelland, S. B. (1994). Training Needs Assessment Data-gathering Methods: Part 1, Survey Questionnaires. *Journal of European Industrial Training*, 18(1), 22–26.
- Murti, W. W., & Sunarti, T. (2021). PENGEMBANGAN INSTRUMEN TES LITERASI SAINS BERBASIS KEARIFAN LOKAL DI TRENGGALEK. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 7(1), 33.
- Nyberg, K., Koerber, S., & Osterhaus, C. (2020). How to measure scientific reasoning in primary school: A comparison of different test modalities. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 8(3), 136–144. Scopus.
- OECD. (2006). *PISA released items—Science*. <http://www.oecd.org/pisa/38709385.pdf>
- OECD. (2015). *Science framework*. <https://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/Draft%20PISA%202015%20Science%20Framework%20.pdf>
- Omarchevska, Y., Lachner, A., Richter, J., & Scheiter, K. (2022). It takes two to tango: How scientific reasoning and self-regulation processes impact argumentation quality. *Journal of the Learning Sciences*, 31(2), 237–277. Scopus.
- Peşman, H., & Eryılmaz, A. (2010). Development of a Three-Tier Test to Assess Misconceptions About Simple Electric Circuits. *The Journal of Educational Research*, 103(3), 208–222.
- Phillips, T., Porticella, N., Conostas, M., & Bonney, R. (2018). A Framework for Articulating and Measuring Individual Learning Outcomes from Participation in Citizen Science. *Citizen Science: Theory and Practice*, 3(2), 3.
- Rodríguez Ortega, P. G., Jaraíces, R. C., Romero-Ariza, M., & Montejó, M. (2019). Developing Students’ Scientific Reasoning Abilities with an Inquiry-Based Learning Methodology: Applying FTIR Spectroscopy to the Study of Thermodynamic Equilibria in Hydrogen-Bonded Species. *Journal of Chemical Education*, 96(5), 1022–1028.
- Stylinski, C. D., Peterman, K., Phillips, T., Linhart, J., & Becker-Klein, R. (2020). Assessing science inquiry skills of citizen science volunteers: A snapshot of the field. *International Journal of Science Education, Part B*, 10(1), 77–92.
- Sudarmin, S., Pujiastuti, S. E., Diliarosta, S., Ariyatun, A., & Ramdhani, R. (2022). Implementation of the Inquiry Learning Model Integrated Ethno-STEM for Secondary Metabolites on the Concept Mastery and Conservation Characteristics of Students. *International Conference on Science, Education, and Technology*, 8(1), 1288–1293. Retrieved From, 8(1), 1288–1293.
- Sudarmin, S., Sumarni, W., Rr. Sri Endang, P., & Sri Susilogati, S. (2019). Implementing the model of project-based learning: Integrated with ETHNO-STEM to develop students’ entrepreneurial characters. *Journal of Physics: Conference Series*, 1317(1), 012145.
- Sumarni, W., Wahyuni, S., & Sulhadi. (2023). *The effect of application of ethno-STEM integrated project-based learning on increasing students’ scientific literacy*. 030039.
- Sun, H., Xie, Y., & Lavonen, J. (2022). Exploring the structure of students’ scientific higher order thinking in science education. *Thinking Skills and Creativity*, 43. Scopus.
- Wuriyudani, H. A., Wiyanto, W., & Darsono, T. (2018). Problem Solving Heuristic to Develop Scientific Reasoning. *Physics Communication*, 3(1), 1–9.

SEMINAR NASIONAL IPA XIV

“Transformasi Pendidikan IPA Masa Depan melalui Pembentukan Guru Profesional yang Berwawasan Lingkungan untuk Mendukung Pencapaian SDGs”

- Yanarti, Y., Jumadi, J., Lelita, I., & Rosiningtias, W. (2022). Development of Archimedes Law Material E-Module on Motion Systems to Improve Student’s Concept Understanding. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(4), 2439–2447.
- Yanto, B. E., Subali, B., Prof., Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Yogyakarta State University, Yogyakarta, Indonesia, bambangsubali@uny.ac.id, Suyanto, S., & Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Yogyakarta State University, Yogyakarta, Indonesia, slametsuyanto@yahoo.com. (2019). Improving Students’ Scientific Reasoning Skills through the Three Levels of Inquiry. *International Journal of Instruction*, 12(4), 689–704.
- Yeo, J.-H., Yang, H.-H., & Cho, I.-H. (2022). Using A Three-Tier Multiple-Choice Diagnostic Instrument Toward Alternative Conceptions Among Lower-Secondary School Students in Taiwan: Taking Ecosystems Unit As An Example. *Journal of Baltic Science Education*, 21(1), 69–83.
- Zimmerman, C. (2000). The Development of Scientific Reasoning Skills. *Developmental Review*, 20(1), 99–149.