

Identifikasi Pemahaman Calon Guru SD Mengenai Inkuiri Ilmiah

Ince Raudhiah Zahra^{1)*}, Novira Anjani²⁾

¹⁾Pendidikan Guru Sekolah Dasar, Universitas Mulawarman

²⁾Pendidikan Bahasa Inggris, Universitas Mulawarman

*Corresponding Author: raudhiahzahra@fkip.unmul.ac.id

ABSTRAK

Calon guru kelas yang akan mengajarkan Ilmu Pengetahuan Alam di tingkat Sekolah Dasar perlu memahami inkuiri ilmiah agar mampu memfasilitasi kegiatan inkuiri pada peserta didik di kelas, namun hasil kajian literatur menunjukkan belum adanya penelitian yang mengidentifikasi pemahaman calon guru SD terhadap inkuiri ilmiah di Indonesia. Permasalahan tersebut mendorong dilakukannya penelitian kualitatif deskriptif ini untuk mengidentifikasi pemahaman inkuiri ilmiah mahasiswa PGSD sebagai calon guru Sekolah Dasar. Dipilih 31 mahasiswa semester 4 yang telah menyelesaikan mata kuliah konsep dasar IPA. Pemahaman mahasiswa tersebut diidentifikasi melalui instrumen tes VASI dengan 8 soal essay. Data yang diperoleh kemudian dianalisis menggunakan tahapan model Miles dan Huberman, yakni reduksi data, penyajian data, dan penarikan kesimpulan serta verifikasi. Hasil menunjukkan bahwa mayoritas calon guru belum memiliki pengetahuan yang memadai terkait inkuiri ilmiah. Calon guru paling banyak tidak memahami tentang perlunya membuat kesimpulan yang konsisten dengan data. Temuan ini menguatkan argumen bahwa meskipun pembelajaran berbasis eksperimen maupun observasi pernah dilakukan mahasiswa, baik sebelum memasuki bangku kuliah maupun saat perkuliahan, hal tersebut belum cukup untuk membuat mereka memahami konsep inkuiri ilmiah. Kesimpulan ini diharapkan dapat menjadi dorongan bagi para pendidik untuk melakukan aktivitas inkuiri secara autentik dan mengajarkan konsep inkuiri ilmiah secara eksplisit dalam pembelajaran IPA, khususnya kepada calon guru SD pada jenjang pendidikan tinggi, sebagai bekal untuk menjadi guru kelas yang akan mengajarkan IPA kepada peserta didik secara tematik dengan mata pelajaran lainnya.

Kata Kunci: Pemahaman Inkuiri Ilmiah; Calon Guru SD; Pembelajaran IPA

Received: 29 May 2025; Revised: 25 Jun 2025; Accepted: 27 Jun 2025; Available Online: 27 Jun 2025

This is an open access article under the CC-BY license.



PENDAHULUAN

Pembelajaran IPA bertujuan menyiapkan individu agar nantinya mampu berkontribusi dalam perkembangan IPTEK di suatu negara. Perkembangan tersebut harapannya akan mempengaruhi aspek perkembangan negara lainnya seperti di bidang ekonomi, lingkungan, maupun sosial (Carlone, 2006; Metin Peten, 2022). Hal tersebut berdampak pada upaya untuk memaksimalkan kualitas pembelajaran IPA agar meningkatkan literasi sains masyarakat di suatu negara, tak terkecuali di Indonesia (Muntholib et al., 2019).

Literasi sains merupakan kombinasi dari pemahaman IPA, keterampilan proses sains saat berinkuiri, dan pemahaman seseorang mengenai cara memvalidasi suatu pengetahuan (Metin Peten, 2022). Kemampuan tersebut memberikan dasar bagi seseorang untuk memecahkan masalah dan memberikan keputusan terkait permasalahan sains di kehidupan sehari-hari (Dogan et al., 2024). Kemampuan tersebut penting dimiliki oleh seseorang agar dapat solutif, kritis, dan peduli tentang dirinya dan lingkungannya. Salah satu cara utama untuk memperoleh literasi sains dalam pembelajaran IPA adalah melibatkan peserta didik dalam inkuiri ilmiah.

Inkuiri ilmiah merupakan proses untuk mengeksplorasi dan memahami alam dengan melakukan berbagai kegiatan seperti bertanya, mengumpulkan bukti, dan membuat kesimpulan (Stylos et al., 2023). Ketika melakukan inkuiri ilmiah dalam pembelajaran, peserta didik terlatih melakukan penyelidikan ilmiah, sehingga mereka tidak hanya memahami IPA sebagai produk berupa pengetahuan, melainkan juga sebagai proses dan sikap. Hal ini membuat peserta didik memahami hakikat IPA sesungguhnya (Supeno et al., 2020).

Proses inkuiri ilmiah yang membelajarkan IPA sesuai hakikat menjadikan proses tersebut esensial dalam pembelajaran IPA. Penekanan terhadap pentingnya inkuiri ilmiah terlihat dari kurikulum di berbagai negara. Proses inkuiri ilmiah dalam pembelajaran IPA ditekankan misalnya pada kurikulum di Amerika (Lederman et al., 2024), Swedia (Gyllenpalm et al., 2022), termasuk di Indonesia, yakni melalui beberapa kurikulum terakhir misalnya Kurikulum Merdeka dan Kurikulum 2013.

Pentingnya inkuiri ilmiah dalam pembelajaran IPA mendorong implementasi pembelajaran yang sesuai. Salah satu metode pembelajaran yang digunakan adalah pembelajaran langsung (*hands on*) seperti metode observasi maupun eksperimen baik di laboratorium sekolah maupun di alam (Wu et al., 2021). Aktivitas ini dilakukan agar peserta didik memiliki literasi sains, khususnya pemahaman tentang proses inkuiri ilmiah, yakni cara pengetahuan diperoleh melalui sebuah penyelidikan. Namun, penelitian oleh Wong dan Hodson (2009, 2010) menunjukkan bahwa keterlibatan peserta didik dalam aktivitas inkuiri di pembelajaran ternyata belum tentu membuat mereka memperoleh pemahaman yang cukup mengenai konsep inkuiri ilmiah. Hal ini disebabkan konsep inkuiri ilmiah tidak pernah disampaikan secara eksplisit, sehingga meskipun peserta didik dapat melakukan prosesnya, mereka belum tentu memahami inkuiri ilmiah itu sendiri. Di sekolah, inkuiri ilmiah sering kali diimplementasikan sebagai cara membelajarkan IPA dibanding menjadi konten pembelajaran (Rundgren, 2018). Hal ini didukung oleh hasil identifikasi pemahaman inkuiri ilmiah oleh Anggraeni (2017) dan Innatesari (2019) yang menunjukkan mayoritas siswa di Indonesia berada pada kategori *naive* (kategori rendah), padahal pemahaman peserta didik akan inkuiri ilmiah merupakan salah satu komponen dari literasi sains yang perlu dimiliki oleh peserta didik.

Rendahnya pemahaman inkuiri ilmiah peserta didik tidak akan bisa diatasi tanpa adanya kesiapan dari guru untuk mengajarkan konsep tersebut dalam pembelajaran (Cigdemoglu & Köseoğlu, 2019). Guru yang memiliki kemampuan dan pemahaman yang cukup mengenai inkuiri ilmiah selama masa studinya akan cenderung mengaplikasikannya dalam pembelajaran di kelas (Baykara & Yakar, 2020). Calon guru perlu memiliki pemahaman inkuiri ilmiah yang baik, tak terkecuali calon guru sekolah dasar, karena tuntutan pembelajaran berbasis inkuiri tertuang pada dokumen Kurikulum Merdeka pada jenjang tersebut. Lederman (2024) juga berargumen bahwa terdapat beberapa aspek inkuiri ilmiah yang perlu dipahami peserta didik bahkan sejak duduk di jenjang SD. Pemahaman inkuiri ilmiah yang baik pada peserta didik SD akan meningkatkan literasi sains (Muntholib et al., 2019; Stylos et al., 2023) dan sifat berpikir kritis (Brownell et al., 2014) yang merupakan bagian dari tuntutan kemampuan abad 21. Hal ini memperkuat argumen bahwa calon guru SD perlu memiliki pemahaman inkuiri ilmiah yang baik agar dapat memfasilitasi pembelajaran yang meningkatkan pemahaman inkuiri ilmiah pada peserta didik.

Hasil pencarian menggunakan *publish or perish* dengan kata kunci "*pre-service teacher*" dan "*science inquiry*" menunjukkan belum ada penelitian yang fokus mengidentifikasi pemahaman inkuiri ilmiah pada calon guru sekolah dasar di Indonesia, padahal pemahaman calon guru SD perlu diidentifikasi untuk memastikan kesiapan mereka sebelum mengajarkan IPA secara tematik sesuai dengan tuntutan kurikulum yang berlaku. Temuan ini kemudian menjadi dasar permasalahan yang mendorong penelitian ini untuk mengidentifikasi pemahaman inkuiri ilmiah mahasiswa calon guru sekolah dasar. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran kesiapan mahasiswa calon guru dalam membelajarkan IPA di sekolah dasar. Hal ini juga akan berimplikasi pada pemberian rekomendasi terkait pengajaran konsep inkuiri ilmiah dalam pembelajaran IPA baik di tingkat dasar maupun perguruan tinggi.

METODE

Pemahaman inkuiri ilmiah mahasiswa diukur menggunakan instrumen VASI milik Lederman (2014). VASI merupakan kependekan dari *Views about Scientific Inquiry*, sebuah instrumen essay yang dikonstruksi untuk mengidentifikasi pemahaman seseorang terhadap inkuiri ilmiah. Instrumen tersebut dipilih karena telah digunakan untuk mengukur pemahaman berbagai peserta didik dari jenjang pendidikan yang berbeda bahkan pada calon guru di berbagai tempat di belahan dunia (Gyllenpalm et al., 2022). Instrumen tersebut terdiri atas 8 pertanyaan yang mewakili 8 aspek pemahaman inkuiri ilmiah dan diterjemahkan ke dalam bahasa Indonesia dengan bantuan orang Indonesia yang memiliki keahlian dalam bidang Bahasa Inggris.

Tabel 1. Aspek Pemahaman Inkuiri Ilmiah

| No | Aspek | Nomor Soal |
|----|---|------------|
| 1 | Tidak ada metode ilmiah tunggal yang digunakan dalam semua penyelidikan | 1b,1c |
| 2 | Seluruh penyelidikan ilmiah dimulai dari pertanyaan dan tidak selalu menguji sebuah hipotesis | 1a,1b,2 |
| 3 | Prosedur penyelidikan diarahkan dari pertanyaan penyelidikan | 6 |
| 4 | Seluruh ilmuwan yang melakukan prosedur sama dapat memperoleh hasil berbeda | 3 |
| 5 | Prosedur dalam penyelidikan dapat mempengaruhi hasil | 4 |
| 6 | Hasil penyelidikan harus konsisten dengan data yang dikumpulkan | 7 |
| 7 | Data dan bukti ilmiah adalah hal yang berbeda | 5 |
| 8 | Penjelasan ilmiah diperoleh dari gabungan antara data yang terkumpul dan pengetahuan sebelumnya | 8 |

Subjek penelitian merupakan mahasiswa pada semester 4 jurusan Pendidikan Guru Sekolah Dasar yang sedang mengambil mata kuliah Pembelajaran IPA di SD. Subjek penelitian tersebut dipilih karena keberagaman asal daerah mahasiswa di kelas tersebut dan seluruh mahasiswa telah lulus pada mata kuliah Konsep Dasar IPA I dan II yang memberikan pengalaman melakukan praktikum dalam pembelajaran IPA. Konsep inkuiri ilmiah belum pernah diajarkan secara eksplisit kepada mahasiswa meskipun mereka telah melakukan berbagai aktivitas praktikum dan eksperimen. Mahasiswa di kelas tersebut memiliki latar belakang jurusan pendidikan yang berbeda saat tingkat Sekolah Menengah Atas. Adapun data demografi dari subjek penelitian dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data Demografi Subjek Penelitian

| Aspek | Keterangan | Jumlah |
|--|-------------------------------|--------|
| Jenis Kelamin | Pria | 5 |
| | Wanita | 26 |
| Usia | 17 tahun | 1 |
| | 18 tahun | 1 |
| | 19 tahun | 11 |
| | 20 tahun | 14 |
| | 21 tahun | 3 |
| | 22 tahun | 1 |
| Asal Daerah | Kalimantan Timur | 21 |
| | Sulawesi Tenggara | 3 |
| | Nusa Tenggara Barat | 7 |
| Riwayat Sekolah | Jurusan IPA | 19 |
| | Jurusan lainnya | 13 |
| Riwayat Belajar dengan Aktivitas Inkuiri | Pernah sebelum berkuliah | 19 |
| | Baru dilakukan saat berkuliah | 13 |

Kuesioner dikerjakan dalam waktu 1 jam. Lalu, hasil jawaban per aspek inkuiri ilmiah dikategorikan ke dalam 4 label, yakni *no views*, *naive*, *mixed*, atau *informed*. *No views* diberikan pada mahasiswa yang tidak memberikan jawaban. *Naive* diberikan pada mahasiswa yang memberikan jawaban sangat tidak sesuai dengan seharusnya. Apabila ada bagian dari jawaban yang masih kurang sesuai, namun ada yang sesuai maka diberikan label *mixed*. Adapun pada jawaban yang tepat seluruhnya diberikan label *informed*. Pertimbangan pemberian label disesuaikan dengan beberapa contoh interpretasi yang dilakukan pada artikel milik Lederman (2014). Selanjutnya jawaban responden dianalisis menggunakan model Miles dan Huberman. Pada model analisis tersebut, setelah data terkumpul pertama-tama dilakukan reduksi data yakni proses penentuan kata kunci dan poin penting dari jawaban responden. Tahap berikutnya adalah penyajian data, yakni membuat daftar kata kunci menggunakan tabel untuk melihat pola jawaban. Lalu, tahap terakhir adalah penarikan kesimpulan dan verifikasi. Pada tahap akhir ini, disimpulkan pola jawaban yang muncul maupun dituliskan temuan-temuan penting untuk selanjutnya dikaitkan dengan teori yang telah ada. Triangulasi data dilakukan melalui proses wawancara kepada 10 mahasiswa untuk memastikan jawaban dikategorikan sesuai dengan tingkatan pemahaman

mereka terkait inkuiri ilmiah. Mahasiswa yang diwawancarai dipilih berdasarkan penulisan jawaban yang perlu diperjelas atau dipahami oleh penilai jawaban.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pemahaman calon guru SD terhadap inkuiri ilmiah, sehingga pembahasan difokuskan pada penjabaran gambaran pemahaman calon guru dari tiap indikator inkuiri ilmiah tersebut. Terdapat 8 indikator pemahaman inkuiri ilmiah dan hasil analisis data aspek 1 menjadi aspek yang paling tidak dapat dijawab responden (sebanyak 13%) karena mereka tidak mampu menuliskan apapun pada lembar jawaban. Untuk memastikan ketepatan analisis jawaban, beberapa responden tersebut diwawancarai dan mengaku tidak memiliki pemahaman apapun terkait berapa banyak metode ilmiah untuk menyelidiki suatu pertanyaan penelitian. Temuan lainnya adalah aspek 6 (pembuatan kesimpulan harus berdasarkan data yang diperoleh) memperoleh kategori *informed* terendah dan *naive* terbanyak. Gambaran hasil persentase pemahaman calon guru di tiap aspek inkuiri ilmiah dapat dilihat lebih lanjut pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase Pemahaman Inkuiri Ilmiah

| Aspek | Kategori | | | |
|-------|-----------------|--------------|--------------|-----------------|
| | <i>No Views</i> | <i>Naive</i> | <i>Mixed</i> | <i>Informed</i> |
| 1 | 13% | 26% | 23% | 39% |
| 2 | 0% | 35% | 19% | 45% |
| 3 | 0% | 35% | 26% | 39% |
| 4 | 0% | 23% | 32% | 45% |
| 5 | 0% | 29% | 13% | 58% |
| 6 | 3% | 61% | 13% | 23% |
| 7 | 0% | 19% | 32% | 48% |
| 8 | 3% | 39% | 19% | 39% |

Aspek 1 (Tidak Ada Metode Ilmiah Tunggal yang Digunakan Dalam Semua Penyelidikan)

Aspek 1 diwakili 2 pertanyaan pada instrumen VASI. Pada 2 pertanyaan tersebut diberikan satu wacana terkait seseorang yang mempelajari hubungan antara bentuk paruh burung terhadap jenis makanan yang dikonsumsi. Pada pertanyaan 1b, responden perlu mengidentifikasi apakah jenis penyelidikan ilmiah yang dilakukan orang tersebut termasuk eksperimen. Jawaban atas pertanyaan ini adalah penyelidikan orang tersebut tidak termasuk eksperimen karena tidak ada manipulasi variabel yang dilakukan saat pengambilan data. Berdasarkan jawaban responden, telah terlihat adanya pemahaman yang baik terkait konsep eksperimen, karena responden mampu menyebutkan konsep CVS (*control of variables*) (Schwichow et al., 2020), seperti yang dituliskan oleh r26 “Hal yang dilakukan bukan eksperimen karena orang tersebut hanya mengamati tanpa melakukan manipulasi atau pengendalian variabel”. Adapun beberapa responden lainnya masih belum memahami konsep eksperimen. Misalnya pada r28 yang menuliskan “Ya, hal yang dilakukan adalah eksperimen, karena eksperimen adalah aktivitas mengamati dan mengumpulkan data”. Padahal, mengamati dan mengumpulkan data bukan merupakan ciri utama dari metode eksperimen.

Melalui pertanyaan 1c, diidentifikasi pemahaman responden terkait jumlah metode yang dapat digunakan dalam suatu penyelidikan ilmiah. Dari jawaban ini, beberapa responden telah memahami adanya metode lain selain eksperimen seperti metode observasi. Hal ini diungkapkan oleh 5 dari 31 responden. Responden 22 menuliskan “Menurut saya dalam menyelidiki bisa lebih dari satu metode contohnya observasi dan eksperimen”. Jawaban ini hanya disebutkan oleh 1/6 responden pada penelitian Stylos (2023) yang meneliti pemahaman calon guru SD di Yunani. Responden lainnya pada kategori *naive*, misal r18, menyatakan bahwa “metode penyelidikan hanya satu yakni berupa pertanyaan dan diikuti oleh prosedur” atau pada r29, “metode ilmiah hanya ada satu yakni pengamatan”. Adapun jawaban dari pertanyaan ini adalah metode ilmiah yang digunakan perlu menyesuaikan pertanyaan penyelidikan yang diajukan. Tidak semua penyelidikan harus memanipulasi variabel, baik karena tidak perlu atau tidak bisa, sehingga ada metode observasi atau metode eksperimental. Ada juga penyelidikan yang lebih deskriptif atau korelasional (Lederman et al., 2014).

Aspek 2 (Penyelidikan Dimulai dari Pertanyaan dan Tidak Selalu Menguji Hipotesis)

Penyelidikan ilmiah selalu dimulai dengan pertanyaan (Lederman et al., 2014). Aspek kedua berkaitan dengan pemahaman responden terkait hal tersebut. Pada VASI, pemahaman ini diidentifikasi dengan 2 soal, yakni pada nomor 1a dan 2. Seperti pada aspek 1, sebelum pertanyaan 1a diberikan wacana terkait seseorang yang mempelajari hubungan antara bentuk paruh burung terhadap jenis makanan yang dikonsumsi. Pada pertanyaan 1a, responden perlu mengidentifikasi apakah hal yang dilakukan orang tersebut termasuk penyelidikan yang ilmiah atau tidak. Hasil jawaban responden menunjukkan adanya variasi. Namun 6 dari 31 responden menyebutkan bahwa penyelidikan tersebut ilmiah karena melalui proses sistematis atau melibatkan data. Hal ini dituliskan oleh responden r26 (*ilmiah, karena mengikuti langkah dasar metode ilmiah seperti mengamati, mengumpulkan data, dan menyimpulkan*). Hal serupa juga dituliskan r16 (*ilmiah karena sesuai langkah sistematis dalam menganalisis data*). Ini menunjukkan pemahaman responden bahwa penyelidikan dikatakan ilmiah bila melalui prosedur sistematis dan memproses data yang valid. Jawaban responden tersebut sudah benar, karena penyelidikan bisa dikatakan ilmiah meskipun tidak ada hipotesis awal, yakni misalnya pada penyelidikan deskriptif, sehingga ada penyelidikan yang memerlukan hipotesis dan ada juga yang tidak (Lederman et al., 2014).

Adapun pada soal nomor 2 diberikan cerita mengenai 2 siswa yang berbeda pendapat. Siswa pertama setuju bahwa penyelidikan selalu dimulai dari pertanyaan, sedangkan siswa lain tidak setuju. Jawaban responden menunjukkan sebanyak 12 dari 31 setuju bahwa penyelidikan ilmiah selalu dimulai dari adanya pertanyaan. Adapun 6 responden menyebutkan alasannya yakni pertanyaan membuat penyelidikan fokus, terarah, dan tidak menyimpang dari tujuan utama, misalnya oleh r28 (*Saya setuju dengan siswa yang mengatakan bahwa penyelidikan ilmiah harus selalu dimulai dengan pertanyaan penelitian. Alasannya karena pertanyaan penelitian adalah langkah awal yang penting dalam proses ilmiah karena memberikan fokus dan arah pada penelitian dan juga untuk menentukan variabel yang akan diteliti dan merancang metode pengumpulan data*). Beberapa responden lain menyebutkan bahwa pertanyaan membantu mengetahui apa yang perlu dilakukan (r3, r14, r16) atau pertanyaan menentukan metode penyelidikan yang diperlukan (r2, r26, r28). Salah satu responden yang tergolong memiliki pandangan *naive* menyebutkan terkait pertanyaan penyelidikan tidak selalu dibutuhkan, melainkan rasa ingin tahu (r25), (*...tidak selalu, karena rasa ingin tahu lah yang mendorong seseorang untuk memulai sebuah penelitian*). Penelitian oleh (Stylos et al., 2023) juga menemukan responden yang berpendapat bahwa rasa ingin tahu memulai sebuah penyelidikan ilmiah.

Aspek 3 (Prosedur Diarahkan Sesuai Pertanyaan Penyelidikan)

Sains diperoleh dari hasil uji coba maupun pengamatan yang prosedurnya diarahkan sesuai dengan pertanyaan yang diajukan. Prosedur yang sesuai akan menghasilkan bukti ilmiah yang lebih kuat untuk mendukung kesimpulan yang dihasilkan (Lederman et al., 2014). Pemahaman responden terkait konsep ini diidentifikasi melalui sebuah wacana berisi deskripsi pertanyaan penyelidikan dan dua tim (Tim A dan Tim B) yang melakukan prosedur penyelidikan berbeda. Responden perlu memilih tim yang memiliki prosedur lebih baik.

Hasil jawaban responden menunjukkan bahwa sebanyak 18 responden berada pada kategori *informed*. Salah satu responden pada kategori tersebut menyebutkan alasannya, (*Menurut saya, tim A memiliki prosedur penelitian yang lebih baik. Karena, yang dipikirkan oleh 2 peneliti adalah 'apakah merek ban tertentu lebih mudah kempes' sehingga yang perlu dicoba adalah membandingkan merk ban yang satu dengan merk yang lain*). Jawaban ini menunjukkan bahwa responden menjadikan pertanyaan penyelidikan sebagai dasar dalam menentukan prosedur yang dilakukan. Namun, masih terdapat 9 responden yang berada pada kategori *naive*. Salah satu responden pada kategori ini menuliskan (*Tim B benar karena ia menguji beberapa tipe ban untuk membuktikan apakah merk ban tertentu mudah kempes bila diuji pada permukaan jalan berbeda*) (r18). Jawaban ini menunjukkan bahwa responden belum memahami kaitan pertanyaan penyelidikan dan prosedur yang dilakukan.

Sebanyak 6 dari 31 responden justru menjelaskan konsep CVS dibanding terkait pertanyaan penyelidikan. Contohnya dituliskan oleh responden r27 (*Tim A memiliki prosedur penelitian yang lebih baik. Alasannya tim A mengubah merk ban sebagai variabel independen dan mempertahankan tipe permukaan jalan sebagai variabel kontrol. Sementara tim B, mengubah tipe permukaan jalan sebagai variabel independen*). Hal ini menunjukkan bahwa keenam responden tersebut tidak secara eksplisit menyebutkan peran pertanyaan penyelidikan dalam menentukan

prosedur uji coba, namun telah memahami bagaimana kaitan antara pertanyaan penyelidikan dan prosedur eksperimen yang diperlukan.

Aspek 4 (Prosedur Sama Dapat Memperoleh Hasil Berbeda)

Para ilmuwan yang melakukan penyelidikan ilmiah dengan prosedur yang sama, belum tentu memiliki hasil yang sama, karena adanya perbedaan interpretasi maupun cara mengatasi anomali data akibat berbagai faktor. Pemahaman responden terkait hal ini diidentifikasi pada aspek ketiga inkuiri ilmiah. Berdasarkan jawaban responden terdapat 11 dari 31 tergolong yang termasuk kategori *informed*. Salah satu responden pada kategori tersebut menjawab “*meskipun ilmuwan memiliki pertanyaan penelitian yang sama dan mengikuti prosedur yang sama, hasil yang diperoleh mungkin tidak selalu sama. Hal ini bisa disebabkan oleh variabel yang tidak terduga, perbedaan dalam interpretasi data, atau kondisi lingkungan yang berbeda saat penelitian dilakukan*”(r26). Adapun pada r28 dengan kategori *naive* menjawab “*Ya karena prosedur yang sama akan menghasilkan kondisi yang serupa dalam pengumpulan data sehingga variabel yang diteliti akan diukur dengan cara yang konsisten*”.

Jawaban responden pada aspek ini memiliki beberapa pola, misalnya pada 6 dari 31 responden menyebutkan bahwa perbedaan hasil disebabkan karena faktor lingkungan yang bisa mempengaruhi hasil penyelidikan. Lalu ada 4 responden yang menyebutkan perbedaan terjadi karena tidak dapat dihindarinya kesalahan pengukuran data atau error dalam penyelidikan.

Aspek 5 (Prosedur Berbeda akan Memperoleh Hasil Berbeda)

Berbeda dengan aspek 4, pada aspek 5 diidentifikasi pemahaman responden terhadap hasil penyelidikan bila dilakukan dengan prosedur yang berbeda. Meskipun pertanyaan penyelidikan yang diajukan sama, tentu proses dalam penyelidikan akan mempengaruhi hasil. Hal ini disebabkan bisa terjadi perbedaan dalam penentuan definisi operasional, pengumpulan data, cara pengukuran variabel dan analisis data yang berpeluang mempengaruhi kesimpulan.

Hasil jawaban responden menunjukkan bahwa 14 dari 31 responden termasuk dalam kategori *informed*. Responden mengungkapkan “*Hasil tidak sama. Mereka kemungkinan besar tidak akan mendapatkan hasil yang sama. Perbedaan dalam prosedur penelitian, seperti metode pengumpulan data, variabel yang dikontrol, dan analisis dapat menghasilkan data yang berbeda. Hal ini dapat menyebabkan kesimpulan yang berbeda meskipun pertanyaan penelitian yang diajukan sama*”(r26). Adapun 7 responden berada pada kategori *naive*. Responden 25 dengan kategori ini mengungkapkan “*Hasilnya akan sama karena tujuannya sama cuma prosesnya saja yang berbeda. Yang utama adalah hasil meski dengan proses berbeda*”. Jawaban seluruh responden pada aspek ini menunjukkan bahwa meskipun belum seluruhnya berada pada kategori *informed*, responden telah memahami hubungan antara prosedur, data, dan kesimpulan yang diperoleh (Lederman et al., 2014).

Aspek 6 (Hasil Penyelidikan Harus Konsisten dengan Data)

Jawaban atas suatu pertanyaan penyelidikan perlu sesuai dengan data empiris yang didapatkan, sehingga diperlukan pemahaman bahwa kekuatan jawaban pertanyaan penyelidikan terletak pada adanya data yang mendukung klaim tersebut (Lederman et al., 2014). Identifikasi pemahaman responden terkait hal ini wakili oleh pertanyaan nomor 7. Pada soal ditampilkan tabel hasil pengamatan penambahan tinggi tanaman tiap minggu bila terdapat perbedaan durasi paparan sinar matahari pada tanaman. Berdasarkan data tersebut, responden diminta untuk menentukan kesimpulan penyelidikan.

Hasil jawaban responden menunjukkan sebanyak 7 responden berada pada kategori *informed*. Salah satu responden (r30) pada kategori ini menuliskan bahwa “*...berdasarkan data yang diperoleh, jelas nampak bahwa semakin lama tanaman mendapatkan asupan cahaya, maka semakin tidak bertumbuh tanamannya. Sedangkan tanaman yang tidak mendapatkan cahaya memiliki pertumbuhan paling pesat yaitu 25cm/minggu*”. Hal ini menunjukkan bahwa responden menggunakan data yang ditunjukkan dalam pembuatan kesimpulan.

Hal berbeda disampaikan pada responden (r24) pada kategori *naive* “*Kesimpulannya adalah tanaman akan tumbuh tinggi bila menerima cahaya lebih banyak karena cahaya matahari sangat mempengaruhi fotosintesis pada tanaman dan juga tumbuh kembangnya*”. Pada jawaban ini, responden tidak mempertimbangkan data hasil pengamatan yang terkumpul, melainkan menggunakan pengetahuan responden terkait tumbuh kembang tanaman. Adapun responden lainnya belum memahami konsep korelasi negatif, seperti yang diungkapkan r21

“Pada data tersebut tertulis bahwa pertumbuhan tanaman tidak ada kaitannya dengan jumlah cahaya yang diterima. Terbukti pada jumlah menit cahaya yang diterima setiap harinya 0 menit namun tinggi perminggunya tetap 25 cm dan ketika cahaya yang diterima setiap harinya 25 menit malah tinggi tanaman menjadi 0 cm”

Aspek 7 (Data dan Bukti Berbeda)

Data berbeda dari bukti. Data dikumpulkan selama penyelidikan dilakukan dan bentuknya dapat berupa angka, deskripsi, gambar, dan lainnya. Sedangkan bukti merupakan hasil analisis dan interpretasi dari data yang terkumpul. Keduanya berkaitan untuk menjawab suatu pertanyaan penyelidikan dan membuat kesimpulan. Pemahaman dari adanya perbedaan ini perlu dimiliki agar responden memahami adanya potensi bias dalam interpretasi data.

Hasil jawaban responden menunjukkan bahwa sebanyak 15 dari 31 responden berada pada kategori *informed*. Responden 6 menyebutkan pandangannya *“Ya, data dan bukti ilmiah berbeda. Karena data adalah kumpulan informasi atau fakta yang dikumpulkan. Sedangkan bukti ilmiah adalah data yang telah diolah, dianalisis, dan diinterpretasikan untuk membuktikan atau menolak suatu hipotesis atau teori ilmiah”*. Adapun pada kategori *mixed*, terdapat variasi pada jawaban responden dalam memahami data dan bukti. Salah satunya pada r7 yang menyebutkan *“...data adalah kumpulan fakta dan angka yang dapat dijadikan dasar kajian atau pendapat sedangkan bukti ilmiah adalah data dikumpulkan dengan metode ilmiah”*. Hal ini menunjukkan bahwa r7 bahkan belum memahami adanya keterkaitan antara data dan bukti.

Adapun pada kategori *naive*, r19 menyebutkan *“Ya karena data adalah sesuatu yang masih bisa dicari tau benar atau salah. Sedangkan bukti ilmiah adalah hal mutlak yang sudah pasti benar, tidak perlu diragukan lagi kebenarannya”*. Hal ini menunjukkan adanya kesalahan pemahaman pada data dan bukti.

Aspek 8 (Penjelasan Ilmiah Diperoleh dari Data Terkumpul dan Pengetahuan Sebelumnya)

Pada suatu penyelidikan ilmiah, pengetahuan sebelumnya digunakan untuk memberikan arah dalam penyelidikan dan dipertimbangkan dalam penyusunan kesimpulan, sehingga selain diturunkan dari data terkumpul, kesimpulan juga diperoleh dari proses menghubungkan data dengan pengetahuan sebelumnya. Pemahaman responden terkait aspek ini diidentifikasi melalui nomor 8 poin a dan b. Soal tersebut dilengkapi 2 gambar susunan tulang dinosaurus yang berbeda. Pada poin a, responden diminta menuliskan alasan mengapa salah satu susunan tulang dinosaurus disetujui lebih banyak ilmunan dibandingkan gambar lainnya. Adapun pada poin b, responden diminta menjawab jenis informasi apa saja yang digunakan oleh ilmunan dalam menjelaskan kesimpulan hasil penyelidikan mereka. Berdasarkan jawaban yang dituliskan oleh responden, jawaban responden pada nomor 8 lebih mudah dianalisis secara utuh dibanding terpisah di tiap poinnya.

Secara keseluruhan, sebanyak 12 responden berada pada kategori *informed*. Pada kategori ini salah satu responden menuliskan alasan mengapa salah satu gambar susunan tulang lebih banya disetujui oleh ilmunan, yakni *“...membandingkan struktur tulang dinosaurus dengan hewan lain untuk memahami bagaimana tulang-tulang tersebut seharusnya disusun”*. Adapun responden lain menuliskan *“ilmuan menggunakan beberapa jenis informasi untuk menyusun tulang belulang tersebut”*. Jawaban ini menunjukkan bahwa responden telah memahami diperlukan berbagai referensi dalam penyusunan tulang-belulang tersebut.

Adapun kategori *naive* diberikan pada responden yang memberikan jawaban terkait keseimbangan dinosaurus berdasarkan pemikiran logis, misalnya oleh r10 *“ada dua alasan, yakni pertama susunan tulang pada kaki di gambar 1 lebih masuk akal karena ada tulang bantuan untuk bisa bertumpu dan berdiri. Kedua, ukuran kaki pada tulang dua sangat kecil untuk menjadi kaki bagi dinosaurus. Dinosaurus tidak akan bisa berdiri normal”*. Jawaban berdasarkan pemikiran logis yang dikaitkan pada pertimbangan kesesuaian anatomi tubuh dinosaurus ini juga diperoleh pada beberapa temuan lainnya (Baykara & Yakar, 2020; Gyllenpalm et al., 2022; Stylos et al., 2023)

Kecenderungan Responden

Secara garis besar, responden belum memiliki pemahaman yang baik terhadap inkuiri ilmiah karena persentase kategori *informed* pada tiap aspek (kecuali aspek 5) seluruhnya berada di bawah 50%. Hal ini juga ditemui pada penelitian identifikasi pemahaman inkuiri ilmiah lainnya di Indonesia yang menunjukkan rendahnya pemahaman inkuiri ilmiah, baik pada peserta didik (Anggraeni et al., 2017; Innatesari et al., 2019) maupun pada calon guru SMP/SMA (Adisendjaja et al., 2017; Muntholib et al., 2019). Temuan ini menunjukkan bahwa mayoritas responden sebagai calon guru masih belum memiliki pemahaman yang baik

mengenai inkuiri ilmiah, meskipun seluruhnya pernah belajar dengan aktivitas inkuiri. Dugaan yang muncul adalah belum maksimalnya aktivitas inkuiri yang diimplementasikan pada jenjang sekolah maupun perguruan tinggi. Terdapat proses inkuiri yang kurang tepat sehingga besar kemungkinan peserta didik belum terbiasa dalam merencanakan, melaksanakan, dan mengevaluasi suatu proses penyelidikan ilmiah, padahal proses ini merangsang pemikiran untuk berpikir kritis tentang seluruh aspek pemahaman inkuiri ilmiah, misalnya cara penyelidikan ilmiah yang sesuai dengan pertanyaan penyelidikan, cara memperoleh kesimpulan yang benar dari data yang terkumpul, termasuk mengalami secara langsung adanya potensi bias pada suatu penyelidikan.

Aspek 1 menjadi aspek yang paling banyak dengan kategori *no views*, yakni sekitar 13% karena calon guru tidak memahami apa itu metode ilmiah. Calon guru tidak dapat memberikan jawaban mengenai ada berapa cara dalam melakukan penyelidikan. Kategori *no views* ini memiliki tingkatan kategori yang lebih rendah dibandingkan *naive*, karena pada tahap *naive* responden masih dapat menjawab pertanyaan meskipun salah sedangkan pada kategori *no views*, responden bahkan tidak dapat memberikan argumen apapun karena tidak memiliki pemahaman terkait konsep tersebut. Aspek ini ternyata secara umum juga tidak diketahui responden di beberapa temuan sebelumnya (Baykara & Yakar, 2020; Özer & Saribaş, 2023; Stylos et al., 2023). Hal ini menunjukkan bahwa ketidakpahaman terkait banyaknya cara untuk melakukan penyelidikan merupakan hal yang sering ditemukan.

Dominasi kategori *naive* terdapat pada aspek 6, yakni pada aspek pemahaman terkait perlunya membuat kesimpulan mempertimbangkan data empiris. Hal ini cukup mengejutkan mengingat seluruh calon guru telah memiliki pengalaman dalam melakukan praktikum IPA di laboratorium. Hasil jawaban calon guru menunjukkan bahwa mereka cenderung menyimpulkan hasil eksperimen berdasarkan pengetahuan yang mereka miliki sebelumnya dibandingkan mempertimbangkan data yang tersedia pada soal. Jawaban tersebut dapat disebabkan beberapa faktor. Pertama, data yang diberikan pada soal bersifat mengecoh, sehingga bila responden tidak memiliki pemahaman IPA yang cukup, maka data pada tabel akan dianggap berlawanan dengan konsep pertumbuhan tanaman yang telah mereka pahami sebelumnya. Dengan kata lain, responden cenderung menjawab berdasarkan pengetahuan yang mereka miliki dibandingkan menginterpretasi data. Kedua, responden yang berkategori *mixed* maupun *naive* memiliki keterbatasan dalam menginterpretasi data, sehingga hal ini mempengaruhi jawaban yang diberikan.

Adanya responden yang tidak memahami aspek 6 juga ditemukan pada penelitian lainnya dengan subjek calon guru/guru, baik di Indonesia maupun negara lain (Adisendjaja et al., 2017; Muntholib et al., 2019; Stylos et al., 2023). Namun, pada penelitian tersebut dan penelitian lainnya, aspek 6 bukan menjadi aspek dengan persentase jawaban *naive* tertinggi. Misalnya penelitian Özer dan Saribaş (2023) yang respondennya merupakan guru sains di Turki. Pada penelitian tersebut ditemukan bahwa aspek 3 (pemahaman bagaimana proses inkuiri akan mempengaruhi hasil penyelidikan) merupakan aspek yang dominan tidak diketahui guru sains. Penelitian lainnya oleh Stylos (2023) terhadap calon guru SD di Yunani menunjukkan bahwa subjek penelitian memiliki pemahaman yang lemah dalam membedakan data dan bukti ilmiah (aspek 7). Pada penelitian yang dilakukan di Indonesia, mayoritas subjek penelitian, yakni 32 guru kimia justru memiliki pemahaman yang rendah pada aspek 4 (prosedur penyelidikan yang sama belum tentu memperoleh hasil yang sama) (Muntholib et al., 2019). Begitu pula pada penelitian terhadap 25 guru sains di Indonesia yang mayoritas memiliki pemahaman yang rendah pada aspek 5 (pemahaman bahwa prosedur penyelidikan berbeda akan memberikan hasil yang berbeda) (Adisendjaja et al., 2017). Temuan yang berbeda ini mengindikasikan adanya perbedaan pemahaman inkuiri ilmiah yang dimiliki oleh guru maupun calon guru baik di Indonesia maupun di negara lainnya (Adisendjaja et al., 2017; Muntholib et al., 2019; Özer & Saribaş, 2023; Stylos et al., 2023).

Berdasarkan jawaban responden, masih banyak responden yang tidak familiar dengan beberapa istilah inkuiri ilmiah seperti “penyelidikan ilmiah”, “metode ilmiah”, dan “inkuiri”, sehingga ada kemungkinan responden memahami pertanyaan secara berbeda. Pada penelitian ini, bias terkait hal tersebut diantisipasi dengan melakukan klarifikasi melalui wawancara pada responden. Namun hal ini menunjukkan bahwa meskipun pembelajaran berbasis kegiatan penyelidikan telah diperkenalkan bahkan dari tingkat dasar kepada 19 responden (lihat tabel 1), penggunaan istilah terkait masih jarang digunakan dalam pembelajaran. Hal ini mendukung argumen (Wong & Hodson, 2009, 2010) bahwa pembelajaran dengan aktivitas inkuiri belum tentu membuat peserta didik memahami konsep dari inkuiri ilmiah itu sendiri.

Implikasi dari temuan tersebut adalah diperlukan pengajaran secara eksplisit mengenai berbagai istilah terkait inkuiri ilmiah baik pada tingkat dasar maupun perguruan tinggi. Pengajaran tersebut dapat diselipkan pada mata pelajaran bermuatan IPA, saat aktivitas inkuiri dilakukan, maupun pada mata kuliah Metode Penelitian. Hal ini disebabkan, mayoritas responden yang pernah melakukan aktivitas penyelidikan ilmiah masih belum memahami beberapa istilah yang ditanyakan pada soal maupun saat wawancara. Mereka terbiasa mendengar kata “eksperimen” maupun “observasi”, namun tidak memahami perbedaan antara keduanya. Tentunya ini berdampak pada kesiapan mereka untuk menjadi guru. Guru yang memahami istilah yang tepat akan cenderung menyampaikannya pada proses pembelajaran secara berulang (Baykara & Yakar, 2020), sehingga peserta didik pada kelas tersebut tidak hanya akan mengalami peningkatan keterampilan proses sains, namun juga terbiasa dalam mendengarkan istilah terkait dan akhirnya berdampak pada pemahaman konsep inkuiri ilmiah mereka.

SIMPULAN

Seluruh responden pernah belajar dengan aktivitas inkuiri, namun 7 dari 8 aspek inkuiri ilmiah yang dikaji pada penelitian ini dipahami oleh kurang dari 50% responden, sehingga dapat disimpulkan bahwa mayoritas calon guru belum memiliki pemahaman yang cukup. Ada calon guru yang benar-benar tidak dapat memahami aspek 1 (tidak ada metode penyelidikan tunggal), aspek 6 (kesimpulan harus sesuai data), dan aspek 8 (kesimpulan diperoleh dari data dan pengetahuan sebelumnya) serta mayoritas memiliki pemahaman yang keliru dalam menyimpulkan (aspek 6). Temuan ini menguatkan argumen bahwa meskipun aktivitas inkuiri pernah dilakukan calon guru, baik sebelum memasuki bangku kuliah maupun saat diperkuliahkan, hal tersebut belum cukup untuk membuat mereka memahami konsep inkuiri ilmiah. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait evaluasi pembelajaran aktivitas inkuiri di kelas. Inovasi-inovasi pembelajaran dalam bentuk aktivitas inkuiri juga perlu diteliti untuk memaksimalkan dampaknya pada pemahaman inkuiri ilmiah calon guru. Penelitian-penelitian tersebut diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai berbagai cara yang dapat dilakukan untuk memaksimalkan kualitas calon guru SD.

Daftar Pustaka

- Adisendjaja, Y. H., Rustaman, N. Y., Redjeki, S., & Satori, D. (2017). Science Teachers' Understanding of Scientific Inquiry in Teacher Professional Development. *Journal of Physics: Conference Series*, 812(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/812/1/012054>
- Anggraeni, N., Adisendjaja, Y. H., & Amprasto, A. (2017). Profile of High School Students' Understanding of Scientific Inquiry. *Journal of Physics: Conference Series*, 895(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/895/1/012138>
- Baykara, H., & Yakar, Z. (2020). Preservice science teachers' views about scientific inquiry: The case of Turkey and Taiwan. *Turkish Online Journal of Qualitative Inquiry*, 11(2), 161–192. <https://doi.org/10.17569/tojqi.618950>
- Brownell, S. E., Wenderoth, M. P., Theobald, R., Okoroafor, N., Koval, M., Freeman, S., Walcher-Chevillet, C. L., & Crowe, A. J. (2014). How students think about experimental design: Novel conceptions revealed by in-class activities. *BioScience*, 64(2). <https://doi.org/10.1093/biosci/bit016>
- Carlone, H. B. (2006). Science education for everyday life: Evidence-based practice. *Science Education*, 90(6). <https://doi.org/10.1002/sce.20178>
- Cigdemoglu, C., & Köseoğlu, F. (2019). Improving Science Teachers' Views about Scientific Inquiry. *Science & Education*, 28(3–5), 439–469. <https://doi.org/10.1007/s11191-019-00054-0>
- Dogan, O. K., Han-Tosunoglu, C., Arslan, N., Cakir, M., & Irez, S. (2024). Middle School Graduates' Understandings of Scientific Inquiry and Its Relation to Academic Achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 22(1). <https://doi.org/10.1007/s10763-023-10365-y>
- Gyllenpalm, J., Rundgren, C. J., Lederman, J., & Lederman, N. (2022). Views About Scientific Inquiry: A Study of Students' Understanding of Scientific Inquiry in Grade 7 and 12 in Sweden. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 66(2). <https://doi.org/10.1080/00313831.2020.1869080>

- Innatesari, D. K., Sajidan, S., & Sukarmin, S. (2019). The Profile of Students' Scientific Inquiry Literacy Based on Scientific Inquiry Literacy Test (ScInqLiT). *Journal of Physics: Conference Series*, 1227(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1227/1/012040>
- Lederman, J. S., Bartels, S., Jimenez, J., Lederman, N. G., Acosta, K., Adbo, K., Akerson, V. L., de Andrade, M. a. B. S., Avraamidou, L., Barber, K. A., Blanquet, E., Boujaoude, S., Cardoso, R., Cesljarev, C. D., Chaipidech, P., Connolly, C. P., Crowther, D. T., Das, P. M., Dogan, Ö. K., ... Zhu, Q. (2024). Completing the progression establishing an international baseline of primary, middle and secondary students' views of scientific inquiry. *International Journal of Science Education*, 46(7). <https://doi.org/10.1080/09500693.2023.2256458>
- Lederman, J. S., Lederman, N. G., Bartos, S. A., Bartels, S. L., Meyer, A. A., & Schwartz, R. S. (2014). Meaningful assessment of learners' understandings about scientific inquiry - The views about scientific inquiry (VASI) questionnaire. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(1). <https://doi.org/10.1002/tea.21125>
- Metin Peten, D. (2022). Influence of the Argument-Driven Inquiry with Explicit-Reflective Nature of Scientific Inquiry Intervention on Pre-service Science Teachers' Understandings About the Nature of Scientific Inquiry. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 20(5). <https://doi.org/10.1007/s10763-021-10197-8>
- Muntholib, Pratiwi, Y. N., Yahmin, & Parlan. (2019). Chemistry Teachers' Views about Scientific Inquiry: A Study in East Java Province of Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*, 1227(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1227/1/012007>
- Özer, F., & Sarıbaş, D. (2023). Exploring Pre-service Science Teachers' Understanding of Scientific Inquiry and Scientific Practices Through a Laboratory Course. *Science and Education*, 32(3). <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00325-3>
- Rundgren, C. J. (2018). Implementation of inquiry-based science education in different countries: some reflections. *Cultural Studies of Science Education*, 13(2). <https://doi.org/10.1007/s11422-016-9787-8>
- Schwichow, M., Osterhaus, C., & Edelsbrunner, P. A. (2020). The relation between the control-of-variables strategy and content knowledge in physics in secondary school. *Contemporary Educational Psychology*, 63(September), 101923. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2020.101923>
- Stylos, G., Christonasis, A., & Kotsis, K. (2023). Pre-service Primary Teachers' Views about Scientific Inquiry. *International Journal of Studies in Education and Science*, 4(2), 100–112. <https://doi.org/10.46328/ijses.66>
- Supeno, Astutik, S., & Lesmono, A. D. (2020). Pre-service science teachers' understanding of scientific method for studying local environmental issues. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 485(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/485/1/012033>
- Wong, S. L., & Hodson, D. (2009). From the horse's mouth: What scientists say about scientific investigation and scientific knowledge. *Science Education*, 93(1). <https://doi.org/10.1002/sce.20290>
- Wong, S. L., & Hodson, D. (2010). More from the horse's mouth: What scientists say about science as a social practice. *International Journal of Science Education*, 32(11). <https://doi.org/10.1080/09500690903104465>
- Wu, J., Guo, R., Wang, Z., & Zeng, R. (2021). Integrating spherical video-based virtual reality into elementary school students' scientific inquiry instruction: effects on their problem-solving performance. *Interactive Learning Environments*, 29(3). <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1587469>