

Instrumen Literasi Sains dalam Pembelajaran Biologi Scientific Literacy Instruments in Biology Learning

Alfi Suciyati^{a*}, Arumi Agustin^b

a Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Borneo Tarakan, Kota Tarakan, Kalimantan Utara, Indonesia

b SMA Negeri 1 Tarakan, Kota Tarakan, Kalimantan Utara, Indonesia

*Corresponding author: Jl. Amal Lama, Tarakan Timur, Tarakan, Kalimantan Utara, 77123, Indonesia. E-mail: alphie120115@gmail.com

Abstrak

Mahasiswa calon guru perlu memahami bagaimana mengukur tingkat literasi sains siswa. Pada kenyataannya, mahasiswa calon guru dan para guru masih banyak mengalami kesulitan dalam menyusun instrumen literasi sains yang efektif, valid dan reliabel. Artikel ini bertujuan untuk memilih dan menelaah instrumen literasi sains yang telah dipublikasikan sebelumnya, dan menyajikannya agar lebih mudah dipahami dan diadaptasi oleh mahasiswa calon guru Biologi. Penelitian ini menggunakan metode *literature review*. Kriteria inklusi antara lain: 1) hanya penelitian yang membahas mengenai hasil pengembangan dan uji instrumen literasi sains yang telah dinyatakan valid dan reliabel; 2) dalam artikel memuat aspek dan subaspek serta indikator penilaian literasi sains yang jelas dan rinci, sehingga memudahkan untuk diadaptasi. Berdasar hasil *literature review*, instrumen literasi sains yang dapat mudah dipahami dan diadaptasi oleh mahasiswa calon guru, terutama pada pembelajaran biologi yaitu *Test of Scientific Literacy Skills* (TOSLS) dan *Scientific Literacy Assessment* (SLA)

Kata kunci : Literasi Sains, Instrumen Literasi Sains, TOSLS, SLA, Pembelajaran Biologi.

Abstract

Student teachers need to understand how to measure students' scientific literacy levels. In reality, student teachers and teachers still have many difficulties in compiling effective, valid and reliable scientific literacy instruments. This article aims to select and review existing scientific literacy instruments, and present them so that they are easier to understand and adapt by student teacher of Biologi. This study uses a literature review method. Inclusion criteria: 1) only research that discusses the results of the development and testing of scientific literacy instruments that have been declared valid and reliable; 2) the article contains clear and detailed aspects and sub-aspects as well as indicators for assessing scientific literacy, making it easy to adapt. Based on the results of the literature review, the scientific literacy instruments that can be easily understood and adapted by student teachers, especially in Biology learning, are the Test of Scientific Literacy Skills (TOSLS) and Scientific Literacy Assessment (SLA).

Keywords : *Scientific literacy, Scientific Literacy Instrument, TOSLS, SLA, Biology Learning.*

Pendahuluan

Mahasiswa calon guru perlu memiliki literasi sains yang baik karena mereka nanti juga harus bisa meningkatkan literasi sains siswanya. Selain perlu memiliki literasi sains yang memadai, mahasiswa calon guru juga perlu memahami bagaimana mengukur tingkat literasi sains siswa. Memahami asesmen literasi sains sangat penting bagi mahasiswa calon guru agar mereka memiliki keterampilan yang diperlukan untuk mengukur perkembangan literasi sains di kelas nanti. Pengetahuan dasar ini tidak hanya meningkatkan kompetensi calon guru tetapi juga mempersiapkan mereka untuk mengajar dan menilai literasi sains secara efektif pada siswa.

Mengukur dan mengembangkan instrumen literasi sains bagi mahasiswa calon guru maupun para guru menghadirkan beberapa tantangan, terutama terkait dengan validitas instrumen, reliabilitas, dan berbagai konteks penerapan penilaian tersebut. Baik mahasiswa calon guru dan para guru masih banyak mengalami kesulitan dalam menyusun instrumen literasi sains yang efektif, valid dan reliabel (Aghazadeh & Sarab, 2024; Suwono et al., 2022; Utaminingsih et al., 2024). Ada beberapa hal yang menjadi tantangan dalam penyusunan instrumen literasi sains. Tantangan pertama yaitu kompleksitas literasi sains: literasi sains mencakup banyak dimensi, sehingga sulit untuk membuat alat penilaian komprehensif yang mengukur semua aspek secara akurat (Islamiyah et al., 2024; Istyadji & Sauqina, 2023; Wahyuni et al., 2024). Kedua, kurangnya alat yang ada: banyak guru yang sebelumnya belum mengembangkan atau menggunakan penilaian literasi sains, sehingga bergantung pada instrumen yang tidak memadai atau sudah ketinggalan zaman (Coppi et al., 2023; Islamiyah et al., 2024). Ketiga, masalah validasi dan keandalan: memastikan bahwa instrumen valid dan andal merupakan rintangan yang signifikan. Studi menunjukkan bahwa beberapa instrumen mencapai skor keandalan yang tinggi, namun yang lain memerlukan revisi untuk memenuhi standar pendidikan (Utaminingsih et al., 2024; Wahyuni et al., 2024). Telah banyak penelitian yang mengembangkan instrumen literasi sains yang valid dan reliabel, namun seringkali mahasiswa calon guru kurang bisa mengadaptasi instrumen tersebut untuk melakukan pengukuran literasi sains terutama pada saat mereka melakukan penelitian sebagai tugas akhir. Artikel ini bertujuan untuk menemukan dan menelaah instrumen literasi sains yang dapat mudah dipahami dan diadaptasi oleh mahasiswa calon guru dan guru, terutama pada pembelajaran Biologi.

Material dan metode

Penelitian ini menggunakan *literatur review*. *Literature review* merupakan metode yang digunakan untuk penelitian guna mengumpulkan, menganalisis, dan mengambil inti dari suatu kajian penelitian sebelumnya (Snyder, 2019). Dalam penelitian ini dilakukan pemilihan sumber-sumber literatur yang relevan dengan penyusunan instrumen literasi sains. Sumber literatur meliputi artikel jurnal nasional terakreditasi dan jurnal internasional. Langkah pertama adalah mengidentifikasi sumber-sumber yang memiliki relevansi langsung dalam pengembangan dan pengujian instrumen pengukuran literasi sains, serta kemudahannya untuk diadaptasi dalam pembelajaran biologi. Kemudahan adaptasi ditentukan dari ada tidaknya aspek, subaspek, dan indikator yang jelas terkait literasi sains yang diukur. Selanjutnya

ditetapkan kriteria inklusi dan eksklusif untuk memilih dan menentukan sumber literatur yang akan dianalisis. Kriteria inklusi antara lain: 1) hanya penelitian yang membahas mengenai hasil pengembangan dan uji instrumen literasi sains yang telah dinyatakan valid dan reliabel; 2) dalam artikel memuat aspek/subaspek dan indikator penilaian literasi sains yang jelas dan rinci, sehingga memudahkan untuk diadaptasi. Jumlah artikel yang masuk dalam kriteria inklusi tersebut yaitu sebanyak 8 artikel. Selanjutnya dipilih 2 artikel yang memuat instrumen literasi sains yang paling mudah dipahami dan mudah untuk diadaptasi dalam pembelajaran biologi.

Hasil dan Diskusi

Berdasar hasil inklusi dan eksklusif, diperoleh dua instrumen literasi sains yang akan ditelaah dalam tulisan ini, yaitu *Test of Scientific Literacy Skills* (TOSLS) yang dikembangkan oleh Gormally et al. (2012) dan *Scientific Literacy Assessment* (SLA) yang dikembangkan oleh Fives et al. (2014). Kedua jenis instrumen tersebut memiliki komponen yang cukup jelas dan mudah untuk diadaptasi dalam berbagai konteks materi sains maupun biologi. Berikut ini adalah telaah dari kedua macam instrumen literasi sains.

A. Test of Scientific Literacy Skills (TOSLS)

Test of Scientific Literacy Skills (TOSLS), yang dikembangkan oleh Gormally et al. (2012) merupakan alat penilaian komprehensif yang dirancang untuk mengevaluasi literasi sains siswa. Tes tersebut mengukur keterampilan yang berkaitan dengan aspek utama literasi sains yakni: mengenali dan menganalisis penggunaan metode inkuiri yang mengarah pada pengetahuan ilmiah dan kemampuan untuk mengatur, menganalisis, dan menafsirkan data kuantitatif dan informasi ilmiah. TOSLS terdiri dari 28 item yang mengukur berbagai aspek literasi ilmiah, sehingga dapat diterapkan dalam berbagai konteks pendidikan, termasuk pembelajaran biologi. Tabel 1 menjelaskan secara lebih rinci, aspek dan sub aspek beserta penjelasan kemampuan literasi sains dalam TOSLS. Pengembangan TOSLS bertujuan untuk meningkatkan literasi sains khususnya dalam pendidikan biologi dan reformasi kurikulum. Dalam validasinya, TOSLS melibatkan beberapa pendekatan, termasuk menyelaraskan item tes dengan tujuan literasi ilmiah yang ditetapkan oleh Dewan Riset Nasional, umpan balik dari fakultas biologi, ulasan ahli, wawancara siswa, dan analisis statistik untuk memastikan efektivitas tes. Secara keseluruhan hasil penelitian menunjukkan bahwa TOSLS efektif dalam mengukur peningkatan hasil pembelajaran berkaitan dengan literasi sains (Gormally et al., 2012).

TOSLS memiliki dua aspek utama yaitu; a). memahami metode penyelidikan yang mengarah pada pengetahuan ilmiah (memiliki 4 subaspek), dan b). mengatur, menganalisis, dan menafsirkan data kuantitatif dan informasi ilmiah (memiliki 5 subaspek). Subaspek pertama yaitu mengidentifikasi argumen ilmiah yang valid. Pada bagian ini siswa diminta untuk menentukan atau membedakan mana argumen yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah dan mana yang tidak. Argumen ilmiah yang valid adalah argumen yang didasarkan pada fakta, bukti, dan penalaran logis, tidak bergantung pada pendapat atau keyakinan tetapi harus didukung oleh data yang dapat diuji dan diverifikasi.

Tabel 1. Aspek dan Subaspek Literasi Sains dalam *Test of Scientific Literacy Skills (TOSLS)*

Aspek dan Sub-aspek Literasi Sains	Penjelasan kemampuan
A. Memahami metode penyelidikan yang mengarah pada pengetahuan ilmiah	
1. Mengidentifikasi argumen ilmiah yang valid	Mengenali apa yang memenuhi syarat sebagai bukti ilmiah dan kapan bukti ilmiah dapat mendukung hipotesis
2. Mengevaluasi sumber-sumber informasi yang valid	Membedakan berbagai jenis sumber, mengidentifikasi bias, <i>authority</i> , dan reliabilitas.
3. Mengevaluasi penggunaan dan penyalahgunaan informasi ilmiah	Mengenali tindakan ilmiah yang valid dan etis dan mengidentifikasi penggunaan sains yang tepat oleh pemerintah, industri, dan media yang bebas dari bias dan tekanan ekonomi dan politik untuk membuat keputusan untuk kepentingan masyarakat
4. Memahami elemen desain penelitian dan bagaimana pengaruhnya terhadap temuan/kesimpulan ilmiah	Mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan dalam desain penelitian terkait dengan bias, ukuran sampel, pengacakan, dan kontrol eksperimental
B. Mengatur, menganalisis, dan menafsirkan data kuantitatif dan informasi ilmiah	
5. Membuat representasi grafik dari data	Mengidentifikasi format yang sesuai untuk representasi grafis dari data yang diberikan
6. Membaca dan menafsirkan representasi grafis dari data	Menafsirkan data yang disajikan secara grafis untuk membuat kesimpulan tentang temuan penelitian
7. Memecahkan masalah menggunakan keterampilan kuantitatif, termasuk probabilitas dan statistik	Menghitung probabilitas, persentase, dan frekuensi untuk menarik kesimpulan
8. Memahami dan menginterpretasikan statistika dasar	Memahami kebutuhan akan statistik untuk mengukur ketidakpastian dalam data
9. Melakukan inferensi, prediksi, dan penarikan kesimpulan berdasarkan data kuantitatif.	Menafsirkan data dan mengkritik desain eksperimental untuk mengevaluasi hipotesis dan mengenali kekurangan dalam argumen.

Subaspek kedua yaitu mengevaluasi sumber-sumber informasi yang valid. Mengevaluasi sumber berarti memeriksa seberapa baik dan dapat dipercaya informasi yang ditemukan. Hal ini sangat penting, terutama ketika melakukan penelitian atau mencoba mempelajari sesuatu yang baru. Pertanyaan berikut dapat digunakan untuk mengevaluasi apakah suatu sumber bisa dikatakan valid atau tidak: Apa jenis sumbernya, Apakah primer, sekunder, atau tersier, Apakah ada bias, Apakah penulis tampaknya memiliki agenda tertentu, Siapa penulisnya, Apakah mereka memiliki kualifikasi yang tepat untuk menulis tentang topik ini, Seberapa andal informasinya, Apakah sudah diperiksa oleh orang lain? Jika suatu artikel berita hanya berbicara tentang satu sisi cerita dan mengabaikan sisi lain, maka hal ini dapat memunculkan bias.

Subaspek ketiga yaitu mengevaluasi penggunaan dan penyalahgunaan informasi ilmiah. Ini artinya mampu mengetahui kapan sains diterapkan dengan benar dan kapan tidak. Penggunaan informasi ilmiah yang bertanggung jawab dapat mendorong kemajuan masyarakat, sebaliknya penyalahgunaan dapat menimbulkan risiko yang signifikan. Temuan ilmiah yang dikomunikasikan dengan benar dapat meningkatkan pemahaman publik dan keterlibatan dengan isu-isu penting (Needham, 2020). Gormally memberikan contoh item soal pada subaspek ini yaitu:

Manakah dari berikut ini yang bukan merupakan contoh penggunaan sains yang tepat?

- a) Sekelompok ilmuwan yang diminta untuk meninjau proposal hibah berdasarkan rekomendasi pendanaan mereka pada pengalaman peneliti, rencana proyek, dan data awal dari proposal penelitian yang diajukan
- b) Ilmuwan dipilih untuk membantu melakukan studi penelitian yang disponsori pemerintah tentang perubahan iklim global berdasarkan keyakinan politik mereka
- c) Layanan ikan dan satwa liar meninjau daftar spesies yang dilindungi dan terancam punah sebagai tanggapan atas temuan penelitian baru
- d) Senat menghentikan pendanaan program pendidikan seks yang banyak digunakan setelah penelitian menunjukkan program kurang efektif.

Pada item tersebut, pilihan (b) bukan penggunaan sains yang tepat karena memilih ilmuwan berdasarkan keyakinan politik dapat menyebabkan hasil yang bias. Sains harus didasarkan pada fakta dan bukti, bukan pendapat pribadi.

Subaspek keempat yaitu memahami elemen desain penelitian dan bagaimana pengaruhnya terhadap temuan/kesimpulan ilmiah. Desain penelitian adalah komponen penting dalam studi ilmiah, mempengaruhi validitas dan keandalan temuan. Elemen kunci seperti bias, ukuran sampel, pengacakan, dan kontrol eksperimental memainkan peran penting dalam membentuk hasil dan kesimpulan penelitian. Memahami elemen-elemen ini membantu dalam mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan desain penelitian, yang penting untuk menarik kesimpulan yang akurat dan dapat digeneralisasikan. Bias dapat terjadi misalnya jika sampel tidak mewakili populasi target, terdapat kesalahan dalam pengumpulan data, variabel-variabel yang tidak terukur dengan cermat (Fosgate, 2021). Item soal pada bagian ini misalnya dengan meminta siswa memilih pernyataan mana dari sebuah proses penelitian yang dapat menimbulkan kesalahan data dalam penelitian.

Subaspek kelima yaitu membuat representasi grafik dari data. Pada bagian ini item soal dapat dibuat misalnya dengan meminta siswa membuat sebuah grafik berdasar data yang disajikan. Subaspek keenam yaitu membaca dan menafsirkan representasi grafis dari data. Item soal dapat disusun misalnya dengan menyajikan sebuah grafik yang menyajikan beberapa data dan siswa diminta untuk membaca atau menafsirkan grafik tersebut. Subaspek ketujuh yaitu memecahkan masalah menggunakan keterampilan kuantitatif, termasuk probabilitas dan statistik. Item soal dapat berupa penyelesaian matematis berdasar data yang disajikan, dapat berupa rerata suhu, persentase fenotip dan genotip, probabilitas, prediksi jumlah populasi bakteri pada rentang waktu tertentu, dan lainnya.

Subaspek kedelapan yaitu memahami dan menginterpretasikan statistika dasar. Melatih siswa untuk dapat menafsirkan statistik dasar memberi siswa praktik yang berharga dalam menafsirkan pelaporan statistik penelitian atau eksperimen (Cox & Holcomb, 2021; Yulinda et al., 2017). Subaspek kesembilan yaitu melakukan inferensi, prediksi, dan penarikan kesimpulan berdasarkan data kuantitatif. Kemampuan ini dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang misalnya dalam genomik dan ekologi, metode ini memungkinkan kesimpulan yang kuat dari kumpulan data yang beragam (Angelopoulos et al., 2023; Suciyati, Suryadarma, Paidi, et al., 2021). Subaspek kesembilan yaitu melakukan inferensi, prediksi, dan penarikan kesimpulan berdasarkan data kuantitatif. siswa mungkin diminta untuk melihat data dari eksperimen dan menjelaskan mengapa hasilnya demikian. Keterampilan ini penting dalam sains karena membantu memastikan bahwa kesimpulan didasarkan pada bukti yang kuat daripada asumsi. Item soal untuk subaspek ini dapat berupa siswa diminta memilih data yang tepat untuk mendukung atau menjawab hipotesis penelitian yang telah ditetapkan.

Meskipun TOSLS ini telah terbukti efektif dalam mengukur literasi sains, namun masih terdapat gaps di dalamnya. Berdasar hasil kajian, TOSLS mampu memberikan wawasan berharga mengenai literasi sains siswa, namun beberapa pendidik berpendapat bahwa TOSLS mungkin tidak sepenuhnya menangkap kompleksitas pemahaman sains, sehingga menunjukkan perlunya metode penilaian pelengkap untuk memberikan pandangan yang lebih holistik mengenai kemampuan siswa.

B. Scientific Literacy Assessment (SLA)

Scientific Literacy Assessment (SLA) dikembangkan oleh Fives et al. (2014). Tujuan utama dari pengembangan dan uji SLA adalah untuk memungkinkan peneliti dan pendidik membuat kesimpulan yang valid tentang literasi sains siswa di sekolah menengah. Untuk mencapai tujuan ini, Fives et al. mengembangkan dua perangkat ukuran yang diberikan secara bersamaan dalam satu instrumen, yaitu *Demonstrated scientific literacy (SLA-D)* dan *scientific literacy motivation and beliefs (SLA-MB)*. SLA-D menilai literasi ilmiah yang ditunjukkan (*demonstrated*) melalui serangkaian item pilihan ganda yang menggunakan situasi dan contoh sehari-hari (bukan pengetahuan/konten ilmiah khusus) untuk menguji literasi ilmiah melalui pemeriksaan pemahaman tentang peran sains, pemikiran dan tindakan ilmiah, sains dan masyarakat, literasi media sains, dan matematika dalam sains. Komponen SLA berikutnya yaitu SLA-MB berfungsi untuk menilai motivasi dan keyakinan yang terkait dengan literasi ilmiah. SLA-MB mencakup tiga adaptasi dari tiga skala tipe Likert yang dikembangkan sebelumnya untuk menilai motivasi dan keyakinan siswa dalam kaitannya dengan sains. Hubungan SLA-MB dengan Skor SLA-D yaitu untuk melihat korelasi antara hasil skala motivasi dan keyakinan dengan skor SLA-D. Proses pengembangan SLA melalui pendekatan multistage (*Multistage Approach*) untuk memastikan SLA menjadi instrumen yang valid dan reliabel. Guru kelas dapat menggunakan SLA sebagai penilaian formatif di awal tahun ajaran untuk menargetkan aspek literasi sains (pengetahuan, keyakinan, dan nilai) untuk pengajaran selama satu tahun ajaran. Aspek atau komponen dalam SLA dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Aspek Pengukuran Literasi Sains dalam *Scientific Literacy Assessment (SLA)* (Fives et al., 2014)

Aspek/Komponen	Subaspek
<i>Role of science</i> (Peran sains)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengidentifikasi pertanyaan yang dapat dijawab melalui investigasi ilmiah; 2. Memahami tentang cara kerja sains sebagai metode sistematis untuk menyelidiki dan menjelaskan fenomena alam. 3. Memahami istilah/konsep sains umum.
<i>Scientific thinking and doing/observational and analytical abilities</i> (Berpikir dan bekerja secara ilmiah/ kemampuan observasional dan analitis)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mendeskripsikan fenomena alam; 2. Mengenali pola; 3. Mengidentifikasi variabel penelitian; 4. Mengajukan pertanyaan kritis tentang desain penelitian; 5. Mencapai/mengevaluasi kesimpulan berdasarkan bukti
<i>Science and society critique</i> (Kritis terhadap temuan ilmiah yang dijelaskan di media populer)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menerapkan kesimpulan ilmiah pada kehidupan sehari-hari; 2. Memahami peran sains dalam pengambilan keputusan kebijakan; 3. Mengembangkan pertanyaan untuk menilai validitas laporan ilmiah; 4. Mempertanyakan sumber pelaporan ilmiah; 5. Mengidentifikasi isu ilmiah yang mendasari keputusan kebijakan
<i>Mathematics in science</i> (Matematika dalam sains)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menggunakan matematika dalam sains; 2. Memahami penerapan matematika dalam sains.
<i>Motivation and beliefs</i> (Motivasi dan keyakinan)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nilai sains; 2. Efikasi diri untuk literasi ilmiah; 3. Sumber dan kepastian pengetahuan ilmiah.

Role of Science

Bagian ini mengeksplorasi peran penting sains dalam pemahaman tentang berbagai hal di dunia. Sains bukan hanya tentang fakta dan angka tetapi juga membantu membantu dalam mengajukan pertanyaan, memahami bagaimana pekerjaan ilmiah dilakukan, dan mempelajari istilah dan ide-ide kunci. Sains membantu mencari tahu pertanyaan apa yang dapat dijawab dengan melakukan eksperimen. Subaspek yang pertama dalam *role of science* yaitu mengidentifikasi pertanyaan yang dapat dijawab melalui investigasi ilmiah. Dalam artikelnya, Fives et al. (2014) memberikan contoh item sebagai berikut:

Suatu negara memiliki jumlah kasus gigi berlubang (karies) yang tinggi. Pertanyaan manakah yang hanya dapat dijawab dengan eksperimen ilmiah?

- a) Apakah pria di negara ini memiliki lebih banyak gigi berlubang daripada wanita?
- b) Apakah memasukkan vitamin D ke dalam persediaan air akan mempengaruhi gigi berlubang?
- c) Apakah jumlah gigi berlubang meningkat dalam 10 tahun terakhir?
- d) Apakah gigi berlubang lebih umum terjadi di beberapa bagian negara ini daripada yang lain?

Dari item pertanyaan di atas, terdapat beberapa pernyataan yang berkaitan dengan kerusakan gigi. Siswa diminta untuk memilih pertanyaan mana tentang kerusakan gigi yang hanya bisa dijawab dengan eksperimen ilmiah. Berikut adalah pilihannya:

- (a) Apakah pria di negara ini memiliki lebih banyak kerusakan gigi daripada wanita? Pertanyaan ini dapat dijawab dengan melihat data dari catatan gigi. Dari data tersebut dapat dibandingkan jumlah kasus kerusakan gigi pada pria dan wanita tanpa perlu melakukan percobaan. Jadi, ini bukan pertanyaan yang membutuhkan pengujian ilmiah.
- (b) Apakah memasukkan vitamin D ke dalam pasokan air mempengaruhi kerusakan gigi? Pertanyaan ini adalah tentang menguji ide tertentu. Untuk mengetahui apakah menambahkan vitamin D membantu mengurangi gigi berlubang, perlu dilakukan percobaan. Percobaan dapat dilakukan dengan membandingkan tingkat kerusakan gigi pada orang yang minum air dengan vitamin D dengan mereka yang tidak. Ini adalah pertanyaan yang hanya dapat dijawab melalui penyelidikan ilmiah.
- (c) Apakah jumlah gigi yang membusuk meningkat dalam 10 tahun terakhir? Pertanyaan ini dapat dijawab dengan melihat catatan dan statistik masa lalu dan membandingkannya dengan masa sekarang tanpa perlu melakukan percobaan. Jadi, ini bukan pertanyaan ilmiah yang perlu dijawab dengan eksperimen.
- (d) Apakah kerusakan gigi lebih umum di beberapa bagian negara daripada yang lain? Mirip dengan opsi (c), pertanyaan ini dapat dijawab dengan membandingkan data dari berbagai wilayah. Berdasar laporan kesehatan gigi dari berbagai daerah dapat diketahui di mana gigi berlubang lebih umum terjadi. Jadi pertanyaan ini tidak memerlukan eksperimen.

Subaspek berikutnya yaitu memahami sifat kerja ilmiah, ini berarti mengetahui cara kerja sains. Sains bukan hanya tentang fakta, tapi dilanjutkan dengan mengajukan pertanyaan, membuat hipotesis, menguji hipotesis, dan kemudian melihat hasilnya. Metode ilmiah memastikan hasil yang valid, jelas, logis dan akurat (Yulinda & Suciwati, 2017). Pada subaspek memahami istilah/konsep sains umum, berarti terbiasa dengan istilah dan ide sains dasar. Misalnya, mengetahui apa arti eksperimen, hipotesis, dan data adalah kemampuan dasar yang penting.

Scientific thinking and doing observational and analytical abilities

Pemikiran ilmiah adalah cara berpikir yang membantu seseorang untuk mengajukan pertanyaan, mengumpulkan informasi, dan menemukan jawaban berdasarkan bukti. Kemampuan ini melibatkan beberapa keterampilan penting, yaitu menjelaskan fenomena alam, mengenali pola (yang terjadi pada fenomena alam), mengidentifikasi variabel studi, mengajukan pertanyaan kritis tentang desain penelitian, dan membuat kesimpulan berdasarkan bukti atau data. Pemikiran ilmiah membantu memahami dan menganalisis situasi untuk bisa membuat keputusan yang tepat. Pada saat memahami fenomena alam, siswa terlibat dengan konteks kehidupan nyata yang dapat meningkatkan pemahaman siswa dan menumbuhkan hubungan antara teori dan praktik (Luo et al., 2020; Suciwati, 2023; Suciwati et al., 2021).

Science and society critique

Aspek ini berkaitan dengan bagaimana seseorang dapat berpikir kritis tentang temuan ilmiah yang dilihat di berita dan media lainnya. Aspek ini menekankan pentingnya memahami sains dalam kehidupan kita sehari-hari dan bagaimana hal itu mempengaruhi keputusan yang dibuat oleh pemerintah dan organisasi. Subaspek pertama yaitu menerapkan kesimpulan ilmiah untuk kehidupan sehari-hari. Hal ini berarti mengambil apa yang telah dipelajari dari sains dan

menggunakannya dalam kegiatan kita sehari-hari. Misalnya, jika sebuah penelitian menunjukkan bahwa makan buah dan sayuran dapat meningkatkan kesehatan, maka seseorang dapat membuat pilihan yang lebih baik tentang apa yang harus dimakan dan tidak dimakan. Siswa di sekolah masih kurang dalam menerapkan sains untuk pemecahan permasalahan sehari-hari dan bahkan tidak menyadari bahwa ada sebuah masalah di lingkungannya (Suciwati & Yulinda, 2019).

Subaspek kedua memahami peran sains dalam pengambilan keputusan kebijakan. Kebijakan adalah aturan atau undang-undang yang dibuat pemerintah untuk membantu segala sesuatu dalam masyarakat berfungsi lebih baik. Ilmu pengetahuan memainkan peran besar dalam keputusan ini. Misalnya, jika terdapat studi ilmiah baru tentang perubahan iklim, pembuat kebijakan mungkin menggunakan informasi tersebut untuk membuat undang-undang yang melindungi lingkungan. Dengan memahami hal tersebut akan membantu seseorang melihat mengapa aturan tertentu dibuat dan apa alasan pentingnya untuk mematuhi kebijakan tersebut.

Subaspek ketiga yaitu mengembangkan pertanyaan untuk menilai validitas laporan ilmiah. Validitas berarti apakah sesuatu benar atau akurat. Ketika membaca laporan ilmiah, seseorang perlu mengajukan pertanyaan untuk memeriksa apakah informasi tersebut dapat diandalkan. Misalnya pertanyaan: Siapa yang melakukan penelitian? Apakah itu dilakukan dengan hati-hati? Apakah cukup banyak orang yang terlibat?. Subaspek keempat yaitu mempertanyakan sumber pelaporan sains. Tidak semua sumber berita dapat dipertanggungjawabkan kebenarannya. Beberapa sumber mungkin melaporkan temuan ilmiah secara akurat, sementara yang lain mungkin melebih-lebihkan atau salah menafsirkannya. Subaspek ini mirip dengan subaspek pada TOSLS yaitu mengidentifikasi argumen ilmiah yang valid. Subaspek kelima yaitu identifikasi masalah ilmiah yang mendasari keputusan kebijakan. Hal ini berarti mengenali masalah ilmiah yang mengarah pada hukum atau aturan tertentu. Misalnya, jika pemerintah memutuskan untuk melarang kantong plastik, hal tersebut mungkin karena penelitian menunjukkan bahwa plastik merusak lingkungan. Memahami masalah ini membantu seseorang melihat gambaran yang lebih besar dan mengapa tindakan tertentu diambil.

Mathematics in science

Subaspek ini mirip dengan subaspek nomor 7 dan 8 pada TOSLS. Matematika memainkan peran penting dalam sains, berfungsi sebagai alat dasar untuk analisis, pemodelan, dan memahami fenomena kompleks. Para ilmuwan menerapkan matematika untuk memecahkan masalah, menganalisis data, dan membuat prediksi. Integrasi matematika dengan ilmu alam menumbuhkan pemahaman komprehensif tentang isu-isu ilmiah yang kompleks, mempromosikan solusi inovatif (Pavelko, 2023). Pada bagian ini, Fives et al. memberikan contoh item soal yaitu dengan meminta siswa membaca sebuah grafik.

Motivation and beliefs

Interaksi antara motivasi, keyakinan, dan nilai sains sangat penting untuk menumbuhkan literasi dan pencapaian ilmiah. Motivasi intrinsik berpengaruh terhadap pencapaian literasi sains yang lebih tinggi, karena mendorong keterlibatan yang lebih dalam dengan materi (Chai et al., 2021; Suciwati & Adian, 2018; Suciwati & Yulinda, 2018). Efikasi diri menunjukkan seberapa percaya diri siswa mampu melakukan sesuatu. Dalam hal ini, ini

tentang kepercayaan mereka untuk mampu menrapkan sains dalam kehidupan nyata. Pada bagian *motivation and beliefs* ini Fives et al. menyusun bentuk item berupa skala likert sebagai berikut:

- a. Nilai: Secara umum, yang saya rasakan ketika mengerjakan tugas sains (1: sangat membosankan hingga 5: sangat menarik)
- b. Efikasi diri: Saya dapat menggunakan sains untuk membuat keputusan tentang kehidupan sehari-hari saya (1: sangat tidak setuju hingga 5: sangat setuju)
- c. Epistemologi pribadi: Semua pertanyaan dalam sains memiliki satu jawaban yang benar (1: sangat tidak setuju hingga 5: sangat setuju)

Berdasar pembahasan di atas, baik TOSLS maupun SLA memiliki ciri khas masing-masing dan keduanya dapat diadaptasi dalam berbagai materi pembelajaran biologi. Komponen atau aspek dan subaspek pada TOSLS dan SLA memiliki kemiripan, namun pada SLA memiliki aspek *motivation and beliefs* yang tidak ditemukan pada TOSLS. Jenis item soal juga memiliki kesamaan yaitu berupa soal pilihan ganda (*multiple choice*), kecuali aspek *motivation and beliefs* pada SLA menggunakan skala likert.

Kesimpulan

Berdasar hasil *literature review* dalam artikel ini instrumen literasi sains yang dapat mudah dipahami dan diadaptasi oleh mahasiswa calon guru dan guru, terutama pada pembelajaran biologi yaitu *Test of Scientific Literacy Skills* (TOSLS) yang dikembangkan oleh Gormally et al. (2012) dan *Scientific Literacy Assessment* (SLA) yang dikembangkan oleh Fives et al. (2014).

Daftar Pustaka

- Aghazadeh, S., & Sarab, A. R. M. (2024). Research Literacy Assessment Instruments in Social Sciences and Education: A Scoping Review. *Mextesol Journal*, 48(3), 1.
- Angelopoulos, A. N., Bates, S., Fannjiang, C., Jordan, M. I., & Zmic, T. (2023). *Prediction-Powered Inference*. University of California. <http://arxiv.org/abs/2301.09633>
- Chai, C. S., Lin, P. Y., King, R. B., & Jong, M. S. Y. (2021). Intrinsic Motivation and Sophisticated Epistemic Beliefs Are Promising Pathways to Science Achievement: Evidence from High Achieving Regions in the East and the West. *Frontiers in Psychology*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.581193>
- Coppi, M., Fialho, I., & Cid, M. (2023). Developing a Scientific Literacy Assessment Instrument for Portuguese 3rd Cycle Students. *Education Sciences*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/educsci13090941>
- Cox, K., & Holcomb, Z. (2021). *Interpreting Basic Statistics: A Workbook Based on Excerpts from Journal Articles* (9th ed.). Routledge.
- Fives, H., Huebner, W., Birnbaum, A. S., & Nicolich, M. (2014). Developing a Measure of Scientific Literacy for Middle School Students. *Science Education*, 98(4), 549–580. <https://doi.org/10.1002/sce.21115>

- Fosgate, G. T. (2021). Study design synopsis: Bias can cast a dark shadow over studies. *Equine Veterinary Journal*, 53(2), 205–216. <https://doi.org/10.1111/evj.13358>
- Gormally, C., Brickman, P., & Lutz, M. (2012). *Developing a Test of Scientific Literacy Skills (TOSLS): Measuring Undergraduates' Evaluation of Scientific Information and Arguments*. 11, 364–377. <https://doi.org/10.1187/cbe.12-03-0026>
- Islamiyah, E. F. N., Binar, A. D., & Santoso, A. (2024). Published by Chemistry Education Study Program. *Universitas Lambung Mangkurat*, 15(1), 75–089. <https://doi.org/10.20527/quantum.v15i1.17255>
- Istiyadji, M., & Saugina. (2023). Conception of scientific literacy in the development of scientific literacy assessment tools: a systematic theoretical review. *Journal of Turkish Science Education*, 20(2), 281–308. <https://doi.org/10.36681/tused.2023.016>
- 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. <https://doi.org/10.33225/jbse/20.19.261>
- Needham, P. (2020). The Use and Abuse of Science. In *Getting to Know the World Scientifically* (Vol. 423, pp. 63–77). https://doi.org/10.1007/978-3-030-40216-7_4
- Pavelko, V. (2023). Mathematics in natural sciences and education: theoretical aspect. *Наукові Записки Тернопільського Національного Педагогічного Університету Імені Володимира Гнатюка*, 1(2), 106–113. <https://doi.org/10.25128/2415-3605.22.2.13>
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Suciyati, A. (2023). *Pengembangan Model Pembelajaran Biologi IDEAL Etnosains Suku Tidung untuk Meningkatkan Environmental Attitude dan Literasi Sains Mahasiswa [Universitas Negeri Yogyakarta]*. <http://eprints.uny.ac.id/id/eprint/79346>
- Suciyati, A., & Adian, T. (2018). Developing the fun and educative module in plant morphology and anatomy learning for tenth graders. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 4(1), 53. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v4i1.5334>
- Suciyati, A., Suryadarma, I. G. P., Paidi, & Abrori, F. M. (2021). Ethnobotanical study based on the five dimensions of basic life needs in tidung tribe of North Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas*, 22(6), 3199–3208. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220623>
- Suciyati, A., Suryadarma, I. G. P., & Paidi, P. (2021). Integration of ethnoscience in problem-based learning to improve contextuality and meaning of biology learning. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 14(2), 201–215. <https://doi.org/10.21009/biosferjpb.18424>
- Suciyati, A., & Yulinda, R. (2018). EdSA Program for improving creativities of elementary school teachers. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research (ASSEHR). 1st International Conference on Intellectuals' Global Responsibility (ICIGR 2017)*, 125. <https://doi.org/10.2991/icigr-17.2018.20>
- Suciyati, A., & Yulinda, R. (2019). Students' Perception on Seaweed Resources at Amal Beach North Borneo. *Journal of Physics: Conference Series*, 1254(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1254/1/012021>

- Suwono, H., Maulidia, L., Saefi, M., Kusairi, S., & Yuenyong, C. (2022). The Development and Validation of an Instrument of Prospective Science Teachers' Perceptions of Scientific Literacy. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(1). <https://doi.org/10.29333/EJMSTE/11505>
- Utaminingsih, E. S., Ellianawati, Sumartiningsih, S., Wuriningsih, F. R., & Puspita, M. A. (2024). Development of science literacy competency evaluation instruments on human circulatory topic. *Thabiea: Journal of Natural Science Teaching*, 7(1), 56–78. <http://journal.iainkudus.ac.id/index.php/Thabiea>
- Wahyuni, L., Sarwanto, S., & Atmojo, I. R. W. (2024). Measurement of Science Literacy Skills of Elementary School Teacher Education Students: Development and Validity Testing of Assessment Instruments. *International Journal of Current Science Research and Review*, 07(11). <https://doi.org/10.47191/ijcsrr/V7-i11-27>
- Yulinda, R., Ilma, S., & Suciayati, A. (2017). Pendampingan penyusunan karya tulis ilmiah bagi guru IPA SMP di Kota Tarakan (Accompaniment for secondary school science teacher at Tarakan City in making a scientific paper. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Borneo*, 1(1). <http://jurnal.borneo.ac.id/index.php/jpmb/>
- Yulinda, R., & Suciayati, A. (2017). Analisis Literasi Sains Siswa di Sekolah Menengah Kota Tarakan Kalimantan Utara. *Seminar Nasional Sains, Lingkungan Dan Pendidikan (Salingdidik) 4, Universitas Borneo Tarakan*, 29–34.