Jurnal Esabi (Jurnal Edukasi dan Sains Biologi) ISSN 2620-584X
Vol. 8(1) 2026: 15 – 22
https://esabi.bunghatta.ac.id
esabijurnal@bunghatta.ac.id

Analisis soal esai materi bioteknologi berdasarkan literasi biologi pada buku teks dan buku sekolah elektronik biologi SMA

Shofwatun Nada [a, 1, *]; Nurhofifah Dian [b, 2] ; Yunita [b, 3]
[a] Tadris Biologi, Universitas Islam Negeri Sunan Kudus, Kudus, Indonesia
[b] Tadris Biologi, Universitas Islam Negeri Siber Syekh Nurjati, Cirebon, Indonesia
[1] shofwatunnada@uinsuku.ac.id; [2] dian.nurhofifah@uinssc.ac.id; [3] yunita@uinssc.ac.id
* Penulis koresponden

INFORMASI ARTIKEL

Riwayat artikel
Dikirim
5 Juli 2025
Revisi
9 Oktober 2025
Diterima
25 Desember 2025

Kata kunci
Aspek literasi biologi
Bioteknologi
Buku sekolah elektronik
Buku teks
Soal esai

ABSTRAK

Buku Sekolah Elektronik (BSE) dan buku teks cetak berfungsi sebagai instrumen utama dalam proses pembelajaran biologi, termasuk sebagai acuan penyusunan alat evaluasi berupa soal esai. Materi bioteknologi menjadi fokus krusial dalam kurikulum karena keterkaitannya yang erat dengan perkembangan sains serta teknologi global. Penelitian deskriptif kualitatif ini bertujuan untuk menganalisis muatan aspek literasi biologi pada soal esai materi bioteknologi dalam enam buku teks kelas XII SMA. Sampel penelitian terdiri atas tiga buku teks komersial (A, B, C) dan tiga BSE (D, E, F) terbitan Pusat Kurikulum dan Perbukuan. Hasil analisis menunjukkan bahwa soal esai pada keenam buku tersebut merepresentasikan lima aspek literasi biologi, meliputi K1, K3, K4, K5, dan K6. Buku BSE E dan Buku Teks A mencatatkan persentase tertinggi (83,33%) dengan sebaran jumlah soal paling dominan, mengindikasikan kualitas instrumen evaluasi yang lebih komprehensif. Sebaliknya, Buku Teks B, C, serta BSE D dan F memiliki persentase yang sama (50%) dengan kuantitas soal yang terbatas, sehingga dikategorikan cukup baik. Temuan ini mengindikasikan perlunya peningkatan variasi serta kedalaman muatan aspek literasi biologi pada instrumen esai guna menstimulasi kompetensi abad ke-21 peserta didik secara optimal.

Keywords:
Biological literacy aspects
Biotechnology
Electronic school books
Textbooks
Essay questions

ABSTRACT

Analysis of essay questions on biotechnology material based on biological literacy in high school biology textbooks and electronic school books. *Electronic School Books (BSE) and printed textbooks serve as primary resources in the biology learning process, specifically for compiling essay evaluation tools. Biotechnology represents a crucial topic within the biology curriculum due to its direct relevance to scientific and technological advancements. This qualitative descriptive study aims to analyze the biological literacy aspects embedded within biotechnology essay questions across six Grade XII high school textbooks. The research objects consist of three printed textbooks (A, B, C) and three BSE versions (D, E, F) published by the Center for Curriculum and Books. The analysis reveals that the essay questions in all six books manifest five biological literacy aspects: K1 (scientific process skills), K3 (modeling and simulation), K4 (interdisciplinary understanding), K5 (communication and collaboration), and K6 (understanding the relationship between science and society). BSE book E and printed textbook A demonstrate the highest compliance percentage (83.33%) with the largest quantity of questions, reflecting a more comprehensive evaluation quality. In contrast, textbooks B and C, along with BSE books D and F, share the same percentage (50%) with fewer questions, placing them in the moderate category. These findings emphasize that the diversity and depth of biological literacy indicators within essay questions must be enhanced to support 21st-century student competencies effectively.*

© 2026 The Author(s). This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License, CC-BY-4.0, which permits unrestricted reuse, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Pendahuluan

Kualitas pendidikan sains di Indonesia masih memerlukan perhatian serius berdasarkan hasil *Programme for International Student Assessment* (PISA) tahun 2018 yang menempatkan Indonesia pada peringkat ke-74 dari 79 negara (Tohir, 2019). Capaian yang rendah ini mengindikasikan kelemahan mendasar peserta didik dalam memahami, menerapkan, dan merefleksikan konsep ilmiah pada kehidupan nyata. Fenomena di lapangan menunjukkan adanya kecenderungan siswa yang mendominasi strategi belajar dengan metode hafalan konseptual tanpa pemahaman makna secara mendalam. Dampaknya, kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah berbasis sains milik siswa kurang terlatih secara optimal.

Sumber belajar, khususnya buku teks cetak maupun Buku Sekolah Elektronik (BSE), memegang peran krusial sebagai instrumen utama pemandu proses pembelajaran dan evaluasi. Selain mendistribusikan materi dasar, buku teks menyediakan perangkat

evaluasi yang idealnya menstimulasi penalaran analitis peserta didik. Menurut Udeani (2013), butir soal evaluasi harus dirancang secara aplikatif untuk mengembangkan literasi sains, termasuk literasi biologi. Literasi biologi sendiri merupakan kompetensi esensial abad ke-21 yang menuntut siswa mampu mengambil keputusan berbasis pengetahuan ilmiah (Marlina et al., 2018; Purwanto, 2009).

Sayangnya, mayoritas instrumen evaluasi dalam buku teks saat ini masih didominasi oleh soal tipe ingatan (*recall*) yang belum mengintegrasikan aspek literasi secara mendalam. Kajian literatur menunjukkan bahwa penelitian terdahulu lebih banyak berfokus pada analisis kesesuaian kurikulum atau validitas soal pilihan ganda (Misbah et al., 2016). Sebaliknya, analisis komprehensif terhadap soal esai yang berbasis kompetensi literasi biologi masih sangat terbatas. Padahal, soal berbentuk esai memiliki keunggulan inheren dalam mengeksplorasi kemampuan menalar, menjelaskan fenomena, dan mengaitkan biosains dengan isu sosial-global (Laugksch, 2000; Rustaman, 2005; Suryawati & Osman, 2018).

Kesenjangan kajian tersebut menjadi semakin krusial pada materi bioteknologi yang perkembangannya sangat lekat dengan isu kontemporer serta kemajuan teknologi modern (*Organisation for Economic Co-operation and Development* [OECD], 2018). Oleh karena itu, evaluasi terhadap kualitas evaluasi esai materi bioteknologi menjadi agenda yang mendesak untuk dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemenuhan aspek literasi biologi pada soal esai materi bioteknologi dalam buku teks cetak dan BSE kelas XII SMA. Melalui analisis ini, tingkat kesiapan perangkat evaluasi dalam mendukung kompetensi abad ke-21 peserta didik dapat dipetakan secara objektif.

Metode

Penelitian ini menggunakan desain deskriptif dengan pendekatan kualitatif untuk menelaah muatan aspek literasi biologi pada soal esai. Objek penelitian mencakup enam buku teks Biologi SMA/MA Kelas XII terbitan Pusat Kurikulum dan Perbukuan yang terdiri atas tiga buku cetak komersial dan tiga Buku Sekolah Elektronik (BSE). Secara rinci, buku cetak yang dianalisis adalah terbitan Erlangga, Yudhistira, dan Ganesha (diidentifikasi sebagai Buku A, B, dan C), sedangkan kelompok BSE meliputi *Buku Praktis Belajar Biologi*, *Buku Biologi SMA*, dan *Biologi untuk SMA* dari Kemendikbud (diidentifikasi sebagai Buku D, E, dan F). Unit analisis dalam riset ini difokuskan secara spesifik pada seluruh butir soal esai materi bioteknologi yang tersedia di dalam buku-buku tersebut. Data yang dihimpun berupa klasifikasi dan kualitas pemenuhan dimensi literasi biologi yang terkandung di dalam tiap butir soal esai.

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui metode observasi terstruktur dan analisis dokumen ilmiah. Peneliti bertindak sebagai instrumen utama dengan bantuan instrumen pelengkap berupa daftar cocok (*checklist*) berlandaskan indikator literasi biologi standar (Sugiyono, 2018). Data yang diperoleh kemudian ditabulasi dan dianalisis menggunakan teknik deskriptif persentase untuk memetakan distribusi sebaran aspek secara kuantitatif (Sudijono, 2015). Guna menjamin keabsahan temuan interpretatif, penelitian ini menerapkan uji triangulasi penyidik (*investigator triangulation*) yang melibatkan lebih dari satu analis dalam pemeriksaan data demi meminimalkan bias subjektif (Creswell, 2016; Moleong, 2019).

Hasil dan pembahasan

Kemunculan aspek literasi biologi pada soal esai buku teks

Analisis terhadap keenam buku teks Biologi (Buku A sampai F) dilakukan untuk memetakan sebaran aspek literasi biologi pada instrumen soal esai. Data berikut

memaparkan hasil rekapitulasi capaian tiap dimensi literasi secara terperinci. Evaluasi ini difokuskan pada pemenuhan indikator kompetensi ilmiah di setiap materi bioteknologi yang disajikan.

Analisis buku teks A

Distribusi aspek literasi biologi pada soal esai materi bioteknologi dalam Buku Teks A disajikan pada Tabel 1. Hasil analisis menunjukkan bahwa aspek K4 (kemampuan untuk memasuki sifat interdisipliner ilmu) menjadi dimensi yang paling dominan dengan jumlah tiga soal esai. Sementara itu, aspek K3 (kemampuan menggunakan pemodelan dan simulasi), K5 (kemampuan berkomunikasi dan berkolaborasi), dan K6 (kemampuan memahami hubungan antara sains dan masyarakat) masing-masing termuat dalam dua butir soal. Aspek K1 (kemampuan menerapkan proses sains) hanya diwakili oleh satu butir soal, sedangkan dimensi K2 (kemampuan menggunakan penalaran kuantitatif) sama sekali tidak muncul dalam instrumen evaluasi buku ini.

Tabel 1. Kemunculan aspek literasi biologi dalam soal esai buku teks A

No Soal	Aspek Literasi Biologi	Jumlah Soal
1, 2, 3	(K4) Kemampuan untuk memasuki sifat interdisipliner ilmu	3
4	(k1) Kemampuan untuk menerapkan proses sains	1
5, 9	(K5) Kemampuan untuk berkomunikasi dan berkolaborasi	3
6. 7	(K3) Kemampuan untuk menggunakan pemodelan dan Simulasi	2
8, 10	(k6) Kemampuan untuk memahami hubungan antara sains dan masyarakat	2

Dimensi literasi biologi K1, yang merepresentasikan kemampuan menerapkan proses sains, hanya ditemukan pada satu butir soal esai, yaitu soal nomor 4. Soal tersebut berbunyi, *"Jelaskan secara singkat pembuatan yoghurt dari kacang kedelai!"* (hal. 389), dengan indikator untuk mengukur kapasitas siswa dalam menjelaskan tahapan produksi bioteknologi konvensional. Melalui butir evaluasi ini, aspek yang dinilai adalah kemampuan prosedural siswa dalam menyajikan alur eksperimen biokimia sederhana. Proses fermentasi pangan komoditas ini memerlukan peran mikroorganisme untuk mengubah substrat menjadi produk baru. Secara teoritis, konversi susu kedelai menjadi yoghurt melibatkan aktivitas *Streptococcus thermophilus* untuk menaikkan kadar keasaman medium, yang kemudian dikombinasikan dengan peran *Lactobacillus bulgaricus* (Irnaningtyas, 2018).

Analisis buku teks B

Rincian pemenuhan indikator literasi biologi pada soal esai materi bioteknologi untuk Buku Teks B terangkum dalam Tabel 2. Berdasarkan data perolehan tersebut, aspek K4 (kemampuan untuk memasuki sifat interdisipliner ilmu) menjadi dimensi paling dominan dengan sebaran sebanyak empat butir soal esai. Kelompok indikator lainnya, yaitu aspek K5 (kemampuan berkomunikasi dan berkolaborasi) serta aspek K6 (kemampuan memahami hubungan antara sains dan masyarakat), masing-masing teridentifikasi pada tiga butir soal. Sebaliknya, aspek K1, K2, dan K3 tidak menampakkan kemunculan dalam seluruh instrumen evaluasi esai pada topik ini.

Tabel 2. Kemunculan aspek literasi biologi dalam soal essay buku paket terbitan B

No Soal	*Aspek Literasi Biologi*	*Jumlah Soal*
1, 7, 9	(K5) Kemampuan untuk berkomunikasi dan berkolaborasi dengan disiplin lain	*3*
2, 3, 4, 5	(K4) Kemampuan untuk memasuki sifat interdisipliner ilmu	*4*
6, 8 10	*(k6) Kemampuan untuk memahami hubungan antara sains dan Masyarakat*	*3*

Dominasi aspek K4 pada Buku Teks B mengindikasikan bahwa buku ini memberikan penekanan signifikan pada kemampuan siswa dalam mengorelasikan materi bioteknologi dengan bidang ilmu pendukung lainnya. Bidang-bidang tersebut meliputi ilmu kimia, fisika, pertanian, kedokteran, hingga kelestarian lingkungan. Karakteristik bioteknologi sebagai cabang biosains terapan yang bersifat multidisipliner mengharuskan siswa mengintegrasikan berbagai konsep dasar secara simultan. Kecenderungan struktur evaluasi seperti ini sejalan dengan pandangan Choi dan Pak (2006) bahwa pendekatan interdisipliner dalam pendidikan sains efektif menstimulasi kemampuan berpikir kompleks serta membantu siswa menghubungkan teori akademik dengan pemecahan masalah riil.

Di samping muatan interdisipliner, kemunculan aspek K5 dan K6 juga memberikan kontribusi yang berarti pada instrumen evaluasi Buku Teks B. Keberadaan indikator K5 mencerminkan adanya orientasi strategis untuk melatih siswa bertukar pikiran serta bekerja sama lintas sektor keilmuan demi memanfaatkan teknologi biologi. Keterampilan kolaboratif semacam ini diakui oleh Bybee (2010) sebagai salah satu pilar kompetensi utama dalam literasi sains global. Sementara itu, integrasi aspek K6 melalui tiga butir soal esai mengarahkan perhatian peserta didik pada dampak sosial-ekonomi serta dilema etika dari aplikasi sains di masyarakat. Siswa ditantang untuk bersikap kritis terhadap isu mutakhir seperti komoditas transgenik dan rekayasa genetika, yang menuntut ketajaman pengambilan keputusan objektif (Sadler, 2004).

Secara umum, sebaran dimensi literasi biologi pada soal esai Buku Teks B menunjukkan pemusatan yang kuat pada kemampuan interdisipliner (K4), kemampuan kolaboratif (K5), dan kesadaran sosial-ilmiah (K6). Namun, konsentrasi yang timpang pada ketiga aspek ini berimplikasi pada minimnya akomodasi terhadap dimensi fundamental lain, seperti keterampilan proses sains (K1) atau pemodelan visual (K3). Ketiadaan variasi tersebut berpotensi membatasi penilaian pemahaman biologi siswa secara menyeluruh. Oleh sebab itu, pengayaan materi evaluasi perlu dilakukan secara berkala agar seluruh dimensi literasi biologi dapat terdistribusi secara lebih proporsional.

Penelaahan lebih lanjut pada dimensi K4 memperlihatkan pemenuhannya pada butir soal nomor 2, 3, 4, dan 5. Contoh konkret terlihat pada soal nomor 2 yang menanyakan jenis-jenis ilmu pendukung dalam pengembangan bioteknologi. Butir soal ini ditujukan untuk menguji kemampuan siswa dalam menjabarkan interaksi antardisiplin keilmuan yang melandasi inovasi teknologi seluler. Secara operasional, perkembangan bioteknologi modern disokong oleh pilar biokimia, biologi molekuler, mikrobiologi, genetika, kimia, matematika, hingga fisika. Penguasaan konsep ilmu murni tersebut bertindak sebagai prasyarat mutlak bagi implementasi rekayasa teknologi pada skala molekuler (Pujianto, 2018).

Analisis buku teks C

Capaian pemenuhan literasi biologi pada instrumen esai Buku Teks C disajikan secara terperinci dalam Tabel 3. Melalui pemetaan instrumen tersebut, diketahui bahwa hanya ada tiga aspek literasi yang muncul dengan distribusi kuantitas yang setara. Aspek K4 (kemampuan untuk memasuki sifat interdisipliner ilmu), K5 (kemampuan berkomunikasi dan berkolaborasi), dan K6 (kemampuan memahami hubungan antara sains dan masyarakat) masing-masing hanya diwakili oleh dua butir soal esai. Keterbatasan jumlah soal ini berdampak pada rendahnya variabilitas cakupan kompetensi yang diuji dalam bab bioteknologi pada buku tersebut.

Tabel 3. Kemunculan aspek literasi biologi dalam soal essay buku paket terbitan C

No Soal	Aspek Literasi Biologi	Jumlah Soal
1, 4	(K4) Kemampuan untuk memasuki sifat interdisipliner ilmu	2
2, 3	(K5) Kemampuan untuk berkomunikasi dan berkolaborasi dengan disiplin lain	2
5, 6	(K6) kemampuan untuk memahami hubungan antara sains dan masyarakat	2

Berdasarkan temuan analisis, Buku Teks C sama sekali tidak memunculkan dimensi K3 yang merepresentasikan kemampuan menggunakan pemodelan dan simulasi dalam soal esai mereka. Konsekuensinya, instrumen evaluasi pada buku ini belum mampu mengukur kemampuan siswa dalam merepresentasikan model biologi berupa skema proses, menerapkan perangkat informatika, ataupun menelaah referensi mutakhir dari jejaring digital. Ketiadaan muatan dimensi K3 mengindikasikan adanya celah yang cukup besar dalam mendukung struktur kompetensi sains yang utuh. Padahal, visualisasi dan pemodelan matematis atau grafis memegang peran sentral sebagai alat bantu berpikir (*tools for thinking*) bagi siswa untuk mengabstraksikan fenomena biologis yang rumit menjadi lebih terstruktur (Gilbert & Justi, 2016).

Pentingnya visualisasi digital dan pemodelan interaktif dalam pendidikan sains modern telah ditekankan oleh banyak peneliti. Pemanfaatan simulasi terkomputerisasi terbukti efektif meningkatkan pemahaman konseptual sekaligus menumbuhkan motivasi belajar peserta didik secara mandiri (Smetana & Bell, 2012). Penggunaan animasi dinamis juga sangat membantu memperdalam penguasaan materi yang abstrak seperti genetika dan metabolisme seluler (Ates & Eryilmaz, 2011). Menghadapi keterbatasan muatan buku teks ini, pendidik direkomendasikan untuk mengintegrasikan platform digital eksternal seperti *PhET Simulation*, *BioInteractive*, atau basis data *NCBI* ke dalam pembelajaran. Langkah intervensi ini krusial untuk menjembatani kesenjangan dimensi literasi sains dan mencapai target capaian kurikulum secara holistik.

Simpulan

Analisis terhadap soal esai pada enam buku teks Biologi SMA kelas XII menunjukkan pemenuhan lima dari enam dimensi literasi biologi. Dimensi K4 (kemampuan memasuki sifat interdisipliner ilmu), K5 (kemampuan berkomunikasi dan berkolaborasi dengan disiplin lain), dan K6 (kemampuan memahami hubungan antara sains dan masyarakat) berhasil teridentifikasi pada seluruh sampel buku (A–F). Di sisi lain, dimensi K1 (kemampuan menerapkan proses ilmu pengetahuan) dan K3 (kemampuan menggunakan pemodelan dan simulasi) hanya termuat secara terbatas pada Buku Teks A dan BSE E. Adapun dimensi K2 (kemampuan untuk memahami konsep biologi secara mendalam) tidak muncul dalam instrumen evaluasi esai pada keenam buku tersebut. Berdasarkan evaluasi komparatif, BSE E dan Buku Teks A memiliki kualitas instrumen evaluasi yang paling baik dengan capaian tertinggi sebesar 83,33%. Kuantitas soal esai yang disajikan berjumlah 13 butir untuk BSE E dan 10 butir untuk Buku Teks A. Sementara itu, Buku Teks B, Buku Teks C, BSE D, dan BSE F dikategorikan cukup baik karena hanya memperoleh persentase pemenuhan sebesar 50%. Jumlah soal esai pada Buku Teks B secara kuantitas setara dengan Buku Teks A, namun tiga sampel buku lainnya memiliki jumlah soal di bawah 10 butir.

Referensi

Ardianto, D., & Rubini, B. (2016). Comparison of students' scientific literacy in integrated science learning through model of guided discovery and problem-based learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, *5*(1), 31-37.

Ates, S., & Eryilmaz, A. (2016). The effectiveness of simulations in science education: A review. *Educational Technology & Society*, *14*(1), 48–59.

Berk, R. A. (2016). *Top 10 flashpoints in student ratings and the evaluation of teaching: What faculty and administrators must know to protect themselves in employment decisions*. Stylus Publishing, LLC.

Buller, J. L. (2015). *Best practices in faculty evaluation: A practical guide for academic leaders*. John Wiley & Sons.

Burgess, C. (2019). Beyond cultural competence: Transforming teacher professional learning through Aboriginal community-controlled cultural immersion. *Critical Studies in Education*, *60*(4), 477-495. https://doi.org/10.1080/17508487.2017.1306576

Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and Engineering Teacher*, *70*(1), 30–35.

Choi, B. C., & Pak, A. W. (2006). Multidisciplinarity, interdisciplinarity and transdisciplinarity in health research, services, education and policy: 1. Definitions, objectives, and evidence of effectiveness. *Clinical and Investigative Medicine*, *29*(6), 351–364.

Creswell, J. W. (2016). *Research design: Pendekatan kualitatif, kuantitatif, dan mixed*. Pustaka Pelajar.

Gilbert, J. K., & Justi, R. (2016). *Modelling-based teaching in science education*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-29039-3

Gilovich, T., Griffin, D., & Kahneman, D. (Eds.). (2002). *Heuristics and biases: The psychology of intuitive judgment*. Cambridge University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9780511808098

Hamidah, N., Prabawati, S., Fajriati, I., & Eilks, I. (2017). Incorporating sustainability in higher chemistry education in Indonesia through green chemistry: Inspirations by inquiring the practice in a German university. *International Journal of Physics and Chemistry Education*, *9*(1), 1-7. https://doi.org/10.12973/ijpce/79220

Listyarini, R. V. (2019). Promoting sustainability in undergraduate program: Students' perception in green chemistry course. *International Journal of Indonesian Education and Teaching*, *3*(1), 67-79. https://doi.org/10.24071/ijiet.v3i1.1684

Listyarini, R. V., Pamenang, F. D. N. P., Harta, J., Wijayanti, L. W., Asy'ari, M., & Lee, W. (2019). The integration of green chemistry principles into small scale chemistry practicum for senior high school students. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, *8*(3), 371-378. https://doi.org/10.15294/jpii.v8i3.19250

Misbah, M., Suyidno, S., & Susantini, E. (2016). Developing science literacy assessment instrument based on scientific approach. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, *5*(2), 189–197.

Moleong, L. J. (2019). *Metodologi penelitian kualitatif*. Remaja Rosdakarya.

Pamenang, F. D. N., Harta, J., Listyarini, R. V., Wijayanti, L. W., Ratri, M. C., Hapsari, N. D., Asy'ari, M., & Lee, W. (2020). Developing chemical equilibrium practicum module based on guided inquiry to explore students' abilities in designing experiments. *Journal of Physics: Conference Series*, *1470*(1), 012097. IOP Publishing. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1470/1/012097

Rosa, G. C., Cari, C., Aminah, N. S., & Handhika, J. (2018). Students' understanding level and scientific literacy competencies related to momentum and impulse. *Journal of Physics: Conference Series*, *1097*(1), 012019. IOP Publishing. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1097/1/012019

Rustaman, N. Y. (2005). *Strategi belajar mengajar biologi*. Universitas Pendidikan Indonesia.

Sadler, T. D. (2004). Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. *Journal of Research in Science Teaching*, *41*(5), 513–536. https://doi.org/10.1002/tea.20009

Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2012). Computer simulations to support science instruction and learning: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, *34*(9), 1337–1370. https://doi.org/10.1080/09500693.2011.605182

Sudijono, A. (2015). *Pengantar statistik pendidikan*. Raja Grafindo Persada.

Sugiyono. (2018). *Metode penelitian pendidikan: Pendekatan kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Alfabeta.

Suryawati, E., & Osman, K. (2018). Contextual learning to improve science process skills and scientific attitudes through science literacy. *Journal of Turkish Science Education*, *15*(1), 57–68.

Tan, O. S. (2003). *Problem-based learning innovation*. Thomson.