

**EFEKTIVITAS MODEL PEMBELAJARAN SOCIO-SCIENTIFIC ISSUES (SSI)
BERBASIS ISU KRISIS LIMBAH INDUSTRI UNTUK MENINGKATKAN
ECO-LITERACY DAN MOTIVASI BELAJAR KIMIA**

Nasirsah

Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Tapanuli Selatan,
Sumatera Utara, Indonesia

*e-mail: nasirsah@um-tapsel.ac.id

Abstract

Chemistry learning is often disconnected from real-world environmental problems, which contributes to students' low ecological awareness and weak motivation to learn chemistry. Industrial waste pollution represents a relevant socio-scientific context that links chemical concepts such as redox reactions and electrolyte solutions to real environmental crises. This study aims to examine the effectiveness of the Socio-Scientific Issues (SSI) learning model based on the industrial waste crisis issue in improving students' eco-literacy and motivation to learn chemistry. This research employed a quasi-experimental method with a nonequivalent control group design, involving two classes of Grade XI senior high school students: an experimental class taught using the SSI model contextualized with industrial waste pollution cases, and a control class taught using conventional instruction. Data were collected through an eco-literacy test and questionnaire, a chemistry learning motivation questionnaire based on the ARCS (Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction) model, and expert validation sheets, then analyzed using the N-Gain test and independent sample t-test. The results showed that the SSI-based learning tools and instruments were valid for use, and that students in the experimental class experienced significantly higher improvements in eco-literacy and learning motivation compared to those in the control class. This study implies that contextualizing chemistry instruction with authentic socio-scientific issues such as industrial waste pollution can strengthen students' environmental awareness while simultaneously increasing their motivation to engage with chemistry as a subject.

Keywords: *Socio-Scientific Issues, industrial waste, eco-literacy, learning motivation, chemistry education*

Abstrak

Pembelajaran kimia di sekolah seringkali tidak dikaitkan dengan permasalahan lingkungan nyata, sehingga berdampak pada rendahnya kesadaran ekologis dan lemahnya motivasi siswa dalam mempelajari kimia. Krisis pencemaran akibat limbah industri merupakan konteks sosiosaintifik yang relevan untuk menghubungkan konsep kimia, seperti reaksi redoks dan larutan elektrolit, dengan krisis lingkungan yang sesungguhnya terjadi di masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas model pembelajaran Socio-Scientific Issues (SSI) berbasis isu krisis limbah industri dalam meningkatkan eco-literacy dan motivasi belajar kimia siswa. Penelitian ini menggunakan metode kuasi eksperimen dengan desain nonequivalent control group, melibatkan dua kelas siswa kelas XI SMA, yaitu kelas eksperimen yang dibelajarkan menggunakan model SSI berkonteks kasus pencemaran limbah industri, dan kelas kontrol yang dibelajarkan menggunakan pembelajaran konvensional. Data dikumpulkan melalui tes dan angket eco-literacy, angket motivasi belajar kimia berdasarkan model ARCS (Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction), serta lembar validasi ahli, kemudian dianalisis menggunakan uji N-Gain dan uji t sampel independen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran dan instrumen

berbasis SSI dinyatakan valid untuk digunakan, serta siswa pada kelas eksperimen mengalami peningkatan eco-literacy dan motivasi belajar yang secara signifikan lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Penelitian ini memberikan implikasi bahwa mengontekstualisasikan pembelajaran kimia dengan isu sosiosaintifik otentik seperti pencemaran limbah industri dapat memperkuat kesadaran lingkungan siswa sekaligus meningkatkan motivasi mereka dalam mempelajari kimia.

Kata Kunci: *Socio-Scientific Issues, limbah industri, eco-literacy, motivasi belajar, pendidikan kimia*

PENDAHULUAN

Ilmu kimia memiliki peran strategis dalam membentuk kesadaran siswa terhadap persoalan lingkungan, mengingat banyak permasalahan pencemaran di masyarakat pada dasarnya berakar dari proses dan reaksi kimia yang terjadi pada limbah hasil aktivitas industri. Meskipun demikian, pembelajaran kimia di sekolah selama ini cenderung disampaikan secara teoretis dan terpisah dari konteks sosial serta lingkungan nyata di sekitar siswa. Materi seperti reaksi redoks, larutan elektrolit, dan asam basa sering diajarkan sebatas penguasaan konsep dan hitungan, tanpa dikaitkan secara eksplisit dengan dampaknya terhadap ekosistem maupun kehidupan masyarakat. Akibatnya, siswa cenderung memandang kimia sebagai mata pelajaran yang abstrak dan kurang relevan dengan kehidupan sehari-hari, yang pada gilirannya berkontribusi terhadap rendahnya motivasi belajar kimia.

Di sisi lain, krisis lingkungan akibat limbah industri merupakan persoalan nyata yang semakin mendesak, mengingat sektor industri yang menggunakan bahan kimia secara intensif memberikan kontribusi besar terhadap pencemaran air, tanah, dan udara di berbagai wilayah. Kondisi ini menuntut generasi muda untuk memiliki eco-literacy, yaitu kemampuan memahami prinsip-prinsip dasar ekosistem serta menerapkan prinsip tersebut untuk membangun kehidupan yang berkelanjutan (Capra, 2007). Sayangnya, pembelajaran kimia konvensional belum banyak dirancang untuk secara sengaja menumbuhkan eco-literacy siswa, sehingga pemahaman siswa terhadap keterkaitan antara konsep kimia dengan krisis lingkungan di sekitarnya masih terbatas.

Salah satu pendekatan pembelajaran yang berpotensi menjembatani kesenjangan tersebut adalah model pembelajaran Socio-Scientific Issues (SSI), yaitu pendekatan yang mengangkat isu-isu sosial yang bermuatan sains dan kontroversial sebagai konteks pembelajaran, sehingga siswa dilatih untuk berpikir ilmiah sekaligus mempertimbangkan dimensi sosial, etika, dan lingkungan dari suatu persoalan. Berbagai kajian melaporkan bahwa pembelajaran kimia berbasis SSI efektif meningkatkan literasi sains dan kemampuan berpikir kritis siswa, khususnya pada aspek argumentasi, evaluasi bukti, dan pengambilan keputusan berbasis sains (López-Fernández et al., 2022). Strategi pembelajaran inovatif berkonteks SSI juga terbukti secara signifikan meningkatkan literasi kimia siswa dibandingkan pembelajaran konvensional pada seluruh aspek yang diukur, meliputi pengetahuan konten, epistemik, dan prosedural (Fadly et al., 2022).

Pada konteks isu lingkungan secara khusus, penerapan pembelajaran IPA berbasis SSI pada materi pencemaran lingkungan terbukti mampu meningkatkan kemampuan literasi sains siswa secara signifikan (Kirana et al., 2022), sementara pengembangan e-modul berbasis SSI pada materi kimia hijau juga dilaporkan mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis sekaligus environmental care siswa SMA (Rasyih et al., 2024). Kajian tinjauan literatur

sistematis terbaru turut mengonfirmasi bahwa isu-isu sosiosaintifik secara konsisten memberikan pengaruh positif terhadap keberhasilan pembelajaran kimia di jenjang SMA, meskipun sebagian besar penelitian yang ada masih berfokus pada peningkatan literasi sains dan keterampilan berpikir kritis, belum secara spesifik menyasar eco-literacy maupun motivasi belajar sebagai variabel utama (Kansha et al., 2025). Studi lain juga menunjukkan bahwa penggunaan isu sosiosaintifik lokal dalam strategi pembelajaran berbasis inkuiri secara efektif meningkatkan literasi sains siswa SMA, dengan tingkat kepuasan dan persepsi positif siswa yang tinggi terhadap pembelajaran kontekstual semacam ini (Saija et al., 2022).

Meskipun potensi SSI dalam pembelajaran kimia telah banyak dikaji, penelitian yang secara khusus mengangkat isu krisis limbah industri sebagai konteks SSI, serta secara bersamaan mengukur dampaknya terhadap eco-literacy dan motivasi belajar kimia, masih sangat terbatas. Sebagian besar penelitian terdahulu memfokuskan variabel keberhasilan pada literasi sains atau keterampilan berpikir kritis, sementara motivasi belajar dan kesadaran ekologis siswa relatif belum banyak diukur secara terpadu dalam satu desain penelitian yang sama. Padahal, motivasi belajar memiliki peran penting sebagai prasyarat keberhasilan belajar kimia, dan menurut model ARCS, motivasi belajar dapat ditumbuhkan secara sistematis melalui empat aspek, yaitu perhatian (attention), relevansi (relevance), kepercayaan diri (confidence), dan kepuasan (satisfaction) terhadap proses pembelajaran (Keller, 1987). Isu krisis limbah industri, dengan sifatnya yang kontroversial, dekat dengan kehidupan siswa, dan sarat dengan konsep kimia seperti reaksi redoks dan sifat elektrolit larutan, berpotensi besar memenuhi keempat aspek tersebut sekaligus menumbuhkan eco-literacy siswa.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas model pembelajaran Socio-Scientific Issues (SSI) berbasis isu krisis limbah industri dalam meningkatkan eco-literacy dan motivasi belajar kimia siswa SMA. Penelitian ini diharapkan dapat mengisi kesenjangan pada penelitian-penelitian SSI sebelumnya yang belum banyak mengaitkan konteks pencemaran limbah industri secara spesifik dengan capaian eco-literacy dan motivasi belajar secara bersamaan, sekaligus memberikan alternatif desain pembelajaran kimia yang lebih kontekstual, relevan, dan berwawasan lingkungan bagi guru kimia di sekolah menengah atas.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan kuasi eksperimen (quasi-experimental design), menggunakan desain nonequivalent control group design. Desain ini dipilih karena kelas yang digunakan sebagai subjek penelitian merupakan kelas yang sudah terbentuk secara alami (intact group) sehingga tidak memungkinkan dilakukan randomisasi individu ke dalam kelompok eksperimen dan kontrol. Penelitian melibatkan dua kelompok, yaitu kelompok eksperimen yang dibelajarkan menggunakan model pembelajaran Socio-Scientific Issues (SSI) berkonteks isu krisis limbah industri, dan kelompok kontrol yang dibelajarkan menggunakan pembelajaran konvensional (metode ceramah dan diskusi tanpa konteks isu sosiosaintifik). Kedua kelompok diberikan pretest sebelum perlakuan dan posttest setelah perlakuan menggunakan instrumen yang setara.

Populasi penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI SMA pada semester yang mempelajari materi reaksi redoks dan larutan elektrolit. Sampel penelitian ditentukan dengan teknik purposive sampling, yaitu dua kelas yang memiliki karakteristik dan kemampuan akademik awal yang relatif setara berdasarkan hasil uji homogenitas nilai ulangan harian sebelumnya. Satu kelas ditetapkan secara acak sebagai kelas eksperimen dan satu kelas lainnya sebagai kelas kontrol. Isu krisis limbah industri yang diangkat dalam pembelajaran SSI

meliputi kasus pencemaran air sungai akibat limbah cair industri tekstil dan logam, dikaitkan dengan konsep reaksi reduksi-oksidasi pada proses pengolahan limbah serta sifat hantaran listrik larutan elektrolit pada air yang tercemar.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: (1) lembar validasi ahli materi, ahli media, dan ahli evaluasi berskala Likert 1–4 untuk menilai kesesuaian perangkat pembelajaran SSI dan instrumen penelitian; (2) tes dan angket eco-literacy yang mengukur empat indikator, yaitu pengetahuan ekologis, sikap peduli lingkungan, keterampilan/kompetensi eco-literacy, dan perilaku ramah lingkungan, disusun mengacu pada kerangka literasi ekologis (Capra, 2007); serta (3) angket motivasi belajar kimia yang disusun berdasarkan empat aspek model ARCS, yaitu attention, relevance, confidence, dan satisfaction (Keller, 1987). Seluruh instrumen tes dan angket digunakan pada saat pretest maupun posttest di kedua kelompok.

Data hasil validasi ahli dianalisis menggunakan indeks Aiken's V untuk menentukan tingkat kevalidan perangkat pembelajaran dan instrumen penelitian. Data eco-literacy dan motivasi belajar dari hasil pretest dan posttest pada masing-masing kelompok dianalisis menggunakan uji N-gain untuk mengetahui besar peningkatan pada tiap kelompok, dengan kategori tinggi, sedang, dan rendah mengacu pada klasifikasi indeks gain yang lazim digunakan dalam penelitian pendidikan sains (Hake, 1998). Sebelum dilakukan uji lanjut, data terlebih dahulu diuji normalitas dan homogenitasnya. Perbedaan peningkatan eco-literacy dan motivasi belajar antara kelompok eksperimen dan kelompok kontrol diuji signifikansinya menggunakan uji t sampel independen (independent sample t-test) apabila data berdistribusi normal dan homogen, atau uji non-parametrik Mann-Whitney U apabila asumsi tersebut tidak terpenuhi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Catatan: karena penelitian belum memasuki tahap pengambilan data lapangan yang sesungguhnya, angka pada Tabel 1–3 di bawah ini adalah CONTOH ILUSTRATIF untuk mendemonstrasikan format pelaporan yang lazim pada penelitian kuasi eksperimen sejenis — bukan data hasil penelitian yang sebenarnya. Wajib diganti dengan data asli setelah dilakukan validasi, uji coba, dan pengambilan data di lapangan.

Hasil Kevalidan Perangkat Pembelajaran dan Instrumen

Perangkat pembelajaran SSI berkonteks isu krisis limbah industri beserta instrumen eco-literacy dan motivasi belajar divalidasi oleh ahli materi, ahli media/perangkat pembelajaran, dan ahli evaluasi menggunakan lembar validasi berskala Likert 1–4. Rekapitulasi hasil validasi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi hasil validasi ahli

Aspek Penilaian	Indeks Aiken's V	Kategori
Kesesuaian isu limbah industri dengan materi redoks dan elektrolit	0,88	Sangat valid
Kesesuaian sintaks model pembelajaran SSI	0,84	Sangat valid

Kualitas instrumen tes dan angket eco-literacy	0,86	Sangat valid
Kualitas instrumen angket motivasi (ARCS)	0,81	Sangat valid
Rata-rata	0,85	Sangat valid

Kriteria kevalidan mengacu pada klasifikasi indeks Aiken's V: sangat valid ($V > 0,80$), valid ($0,60 < V \leq 0,80$), kurang valid ($V \leq 0,60$).

Berdasarkan hasil tersebut, perangkat pembelajaran SSI dan instrumen penelitian dinyatakan sangat valid untuk digunakan pada tahap implementasi, dengan revisi minor pada redaksi beberapa butir angket motivasi agar lebih mudah dipahami siswa. Temuan ini memperkuat bahwa isu krisis limbah industri dapat dikonstruksi menjadi konteks pembelajaran SSI yang sesuai dengan materi kimia redoks dan larutan elektrolit, sejalan dengan pandangan bahwa isu-isu kontroversial bermuatan sains seperti pencemaran lingkungan efektif diintegrasikan ke dalam desain pembelajaran kimia berbasis SSI (Rasyih et al., 2024).

Hasil Peningkatan Eco-Literacy

Efektivitas model pembelajaran SSI terhadap eco-literacy siswa diukur melalui perbandingan skor pretest dan posttest pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil analisis N-gain per indikator eco-literacy disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil N-gain eco-literacy siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol

Indikator Eco-Literacy	N-gain Eksperimen	Kategori	N-gain Kontrol	Kategori
Pengetahuan ekologis	0,71	Tinggi	0,38	Sedang
Sikap peduli lingkungan	0,68	Sedang	0,33	Sedang
Keterampilan eco-literacy	0,65	Sedang	0,29	Rendah
Perilaku ramah lingkungan	0,60	Sedang	0,26	Rendah
Keseluruhan	0,66	Sedang	0,32	Sedang

Kategori N-gain mengacu pada klasifikasi Hake (1998): tinggi ($g > 0,7$), sedang ($0,3 \leq g \leq 0,7$), rendah ($g < 0,3$).

Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata N-gain eco-literacy kelas eksperimen sebesar 0,66 (kategori sedang, mendekati tinggi), lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol yang hanya mencapai 0,32 (kategori sedang, mendekati rendah). Peningkatan tertinggi pada kelas eksperimen terjadi pada indikator pengetahuan ekologis (N-gain 0,71, kategori tinggi),

sedangkan pada kelas kontrol seluruh indikator berada pada kategori sedang hingga rendah. Hasil uji t sampel independen menunjukkan bahwa perbedaan N-gain eco-literacy antara kelas eksperimen dan kelas kontrol bersifat signifikan ($p < 0,05$). Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis isu sosiosaintifik pada materi pencemaran lingkungan secara signifikan meningkatkan literasi sains dan pemahaman siswa terhadap persoalan lingkungan dibandingkan pembelajaran tanpa konteks SSI (Kirana et al., 2022). Konteks isu krisis limbah industri yang otentik dan dekat dengan kehidupan siswa memungkinkan mereka tidak hanya memahami konsep reaksi redoks dan larutan elektrolit secara kognitif, tetapi juga menghayati dampaknya terhadap ekosistem, sehingga mendukung tumbuhnya eco-literacy secara lebih utuh, mencakup pengetahuan, sikap, keterampilan, dan perilaku sebagaimana dikonsepkan dalam kerangka literasi ekologis (Capra, 2007).

Hasil Peningkatan Motivasi Belajar Kimia

Efektivitas model pembelajaran SSI terhadap motivasi belajar kimia siswa diukur menggunakan angket motivasi berbasis model ARCS pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil analisis N-gain per aspek motivasi disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil N-gain motivasi belajar kimia siswa kelas eksperimen dan kelas kontrol

Aspek ARCS	N-gain Eksperimen	Kategori	N-gain Kontrol	Kategori
Attention (perhatian)	0,74	Tinggi	0,30	Sedang
Relevance (relevansi)	0,70	Tinggi	0,27	Rendah
Confidence (kepercayaan diri)	0,58	Sedang	0,31	Sedang
Satisfaction (kepuasan)	0,63	Sedang	0,25	Rendah
Keseluruhan	0,66	Sedang	0,28	Rendah

Kategori N-gain mengacu pada klasifikasi Hake (1998): tinggi ($g > 0,7$), sedang ($0,3 \leq g \leq 0,7$), rendah ($g < 0,3$).

Data pada Tabel 3 menunjukkan bahwa rata-rata N-gain motivasi belajar kimia kelas eksperimen sebesar 0,66 (kategori sedang), jauh lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol yang hanya mencapai 0,28 (kategori rendah). Peningkatan tertinggi pada kelas eksperimen terjadi pada aspek attention (N-gain 0,74) dan relevance (N-gain 0,70), yang menunjukkan bahwa penyajian isu krisis limbah industri berhasil menarik perhatian siswa sekaligus meyakinkan mereka bahwa materi kimia yang dipelajari relevan dengan persoalan nyata di lingkungan sekitar. Hasil uji t sampel independen menunjukkan bahwa perbedaan N-gain motivasi belajar antara kelas eksperimen dan kelas kontrol bersifat signifikan ($p < 0,05$). Temuan ini memperkuat gagasan bahwa relevansi materi pembelajaran dengan kehidupan nyata siswa merupakan salah satu prasyarat penting bagi tumbuhnya motivasi belajar, sebagaimana ditekankan dalam model ARCS (Keller, 1987), dan sejalan dengan laporan bahwa integrasi isu sosiosaintifik lokal dalam pembelajaran sains meningkatkan keterlibatan serta persepsi positif siswa terhadap proses belajar (Saija et al., 2022).

Meskipun demikian, peningkatan pada aspek confidence tercatat lebih rendah dibandingkan aspek attention dan relevance, baik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Kondisi ini mengindikasikan bahwa menumbuhkan rasa percaya diri siswa dalam menganalisis dan mengambil keputusan terhadap isu sosiosaintifik yang kompleks seperti krisis limbah industri membutuhkan waktu dan latihan argumentasi yang lebih intensif dibandingkan sekadar menumbuhkan ketertarikan awal. Temuan ini konsisten dengan laporan bahwa siswa cenderung mengalami kesulitan dalam menganalisis perdebatan sosiosaintifik yang kompleks, sehingga keberhasilan pembelajaran berbasis SSI sangat bergantung pada strategi pedagogis yang terstruktur dan pendampingan guru yang memadai (Kansha et al., 2025). Oleh karena itu, penerapan model SSI berbasis isu krisis limbah industri dalam penelitian ini perlu terus disertai scaffolding argumentasi agar peningkatan pada aspek confidence dapat dioptimalkan pada penerapan selanjutnya.

SIMPULAN

Catatan: uraian di bawah ini menyimpulkan hasil dari data contoh ilustratif pada Tabel 1–3. Kalimat dan angka wajib disesuaikan kembali setelah data lapangan yang sebenarnya diperoleh.

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut. Pertama, perangkat pembelajaran Socio-Scientific Issues (SSI) berbasis isu krisis limbah industri beserta instrumen eco-literacy dan motivasi belajar dinyatakan sangat valid (rata-rata indeks Aiken's V sebesar 0,85) berdasarkan penilaian ahli, dengan sedikit revisi pada redaksi angket sebelum diujicobakan kepada siswa. Kedua, penerapan model pembelajaran SSI terbukti efektif meningkatkan eco-literacy siswa, dengan rata-rata N-gain kelas eksperimen sebesar 0,66 (kategori sedang) secara signifikan lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol yang hanya mencapai 0,32, dan peningkatan tertinggi terjadi pada indikator pengetahuan ekologis. Ketiga, model pembelajaran SSI juga terbukti efektif meningkatkan motivasi belajar kimia siswa, dengan rata-rata N-gain kelas eksperimen sebesar 0,66 secara signifikan lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol sebesar 0,28, dengan peningkatan tertinggi pada aspek attention dan relevance, sementara aspek confidence menunjukkan peningkatan yang relatif lebih rendah.

Temuan ini memberikan implikasi bahwa mengontekstualisasikan pembelajaran kimia dengan isu sosiosaintifik otentik seperti krisis pencemaran limbah industri dapat menjadi strategi yang efektif untuk secara bersamaan menumbuhkan kesadaran ekologis dan motivasi belajar siswa, sekaligus menjembatani kesenjangan antara konsep kimia yang abstrak dengan persoalan lingkungan yang nyata di masyarakat. Meskipun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan, antara lain jumlah sampel yang terbatas pada dua kelas di satu sekolah serta durasi penerapan yang relatif singkat sehingga belum dapat mengukur dampak jangka panjang terhadap perilaku ramah lingkungan siswa maupun konsistensi motivasi belajar. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk memperluas sampel pada beberapa sekolah dengan karakteristik berbeda, memperpanjang durasi penerapan, serta memberikan penekanan lebih pada strategi scaffolding argumentasi untuk mengoptimalkan peningkatan aspek confidence siswa dalam menghadapi isu sosiosaintifik yang kompleks.

DAFTAR PUSTAKA

- Capra, F. (2007). Sustainable living, ecological literacy, and the breath of life. *Canadian Journal of Environmental Education*, 12(1), 9–18.
- Fadly, D., Rahayu, S., Dasna, I. W., & Yahmin, Y. (2022). The effectiveness of a SOIE strategy using socio-scientific issues on students' chemical literacy. *International Journal of Instruction*, 15(1), 237–258.
- Fitriyani, A., & Susiyawati, E. (2024). Pembelajaran IPA berbasis Socio-Scientific Issues untuk meningkatkan kemampuan scientific literacy siswa SMP. *Eksakta: Jurnal Penelitian dan Pembelajaran MIPA*, 9(2), 257–267. <https://doi.org/10.31604/eksakta.v9i2.257-267>
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64–74. <https://doi.org/10.1119/1.18809>
- Kansha, T., Miterianifa, M., & Aulia, L. (2025). Systematic literature review: Pengaruh isu-isu sosiosaintifik terhadap keberhasilan pelajaran kimia di Sekolah Menengah Atas. *Journal of Chemistry Education and Integration*, 4(1), 15. <https://doi.org/10.24014/jcei.v4i1.35260>
- Keller, J. M. (1987). Development and use of the ARCS model of instructional design. *Journal of Instructional Development*, 10(3), 2–10. <https://doi.org/10.1007/BF02905780>
- Kirana, D. G., Budiyanto, M., & Purnomo, A. R. (2022). Meningkatkan kemampuan literasi sains siswa melalui pembelajaran IPA berbasis socio-scientific issues pada materi pencemaran lingkungan. *Pensa E-Jurnal: Pendidikan Sains*, 10(2), 260–265. <https://doi.org/10.26740/pensa.v10i2.45095>
- López-Fernández, M. del M., González-García, F., & Franco-Mariscal, A. J. (2022). How can socio-scientific issues help develop critical thinking in chemistry education? A reflection on the problem of plastics. *Journal of Chemical Education*, 99(10), 3435–3442. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00223>
- Rasyih, H., Noer, A. M., & Rasmiwetti, R. (2024). Pengembangan e-modul berbasis Social Scientific Issue (SSI) untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan environmental care pada materi kimia hijau di kelas X SMA dengan menggunakan aplikasi Fliphtml5. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(8), 6059–6069. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i8.8102>
- Saija, M., Rahayu, S., Fajaroh, F., & Sumari. (2022). Enhancement of high school students' scientific literacy using local-socioscientific issues in OE3C instructional strategies. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(1), 11–23. <https://doi.org/10.15294/jpii.v11i1.33341>