

Analisis Kemampuan *Socio-Scientific Reasoning* Peserta Didik pada Materi Perubahan Lingkungan

Nadiyya Septi Nur Azzah^{*1}, Sumiyati Sa'adah², Meti Maspupah³, Sari⁴

^{1,2,3} Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Negeri Islam Sunan Gunung Djati Bandung

*Email : nadiyyasna@gmail.com

Abstrack. *Socio Scientific Reasoning (SSR) is construction of thinking to integrate conceptual understanding, argumentation, decision making and appropriate solutions to Socio Scientific Issues (SSI). The purpose of this study is identify the SSR of students in solving SSI on environmental change material at one of the Bandung City High Schools. This research method is descriptive quantitative, survey design, non-probability sampling, sample with a 38 students in class X-I. Data Instrument is Quantitative Assessment of Socio Scientific Reasoning (QuASSR) consists of two scenarios SSI topics in local and global issues, form of the problem consists two-level description, first level choosing answer ('yes' or 'no'), second level describes the reasons for the first level in detail, which is divided into four dimensions of SSR: complexity, perspective taking, inquiry, and skepticism. Data analyzed by calculating the percentage of students at each level of QuASSR in the SSR dimension and calculating the average acquisition of students' scores. The results showed average acquisition of students' scores was 14.34 very poor criteria. Based on the level of each SSR dimensions, students at level 0 - level 2, which means students still at the stage of describing illogical responses or only identifying one reason with explanation.*

Key word : *Environmental Change, QuASSR, Socio Scientific Issues, Socio Scientific Reasoning*

Abstrak. *Socio Scientific Reasoning (SSR) merupakan konstruksi berpikir untuk mengintegrasikan pemahan konseptual, argumentasi, pengambilan keputusan dan solusi yang tepat terkait permasalahan Socio Scientific Issues (SSI) yang kompleks. Tujuan dari penelitian ini yaitu mengidentifikasi kemampuan SSR peserta didik dalam menyelesaikan permasalahan SSI pada materi perubahan lingkungan di salah satu SMAN Kota Bandung. Metode penelitian ini yaitu deskriptif kuantitatif, desain survei, sampel penelitian non-probability sampling dengan jumlah 38 di kelas X-I. Instrumen pengumpulan data yaitu Quantitative Assessment of Socio Scientific Reasoning (QuASSR) yang terdiri atas dua skenario yang menyajikan topik SSI pada isu lokal dan global, bentuk soal terdiri dari uraian dua tingkat, tingkat pertama memilih jawaban ('ya' atau 'tidak'), tingkat dua memaparkan alasan dari jawaban tingkat pertama secara detail, yang terbagi dalam empat dimensi SSR: kompleksitas, pengambilan perspektif, penyelidikan, dan skeptisisme. Data dianalisis dengan cara menghitung presentase peserta didik pada setiap level QuASSR dalam dimensi SSR serta menghitung rata-rata perolehan nilai peserta didik. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata perolehan nilai peserta didik yaitu 14,34 kriteria sangat kurang. Berdasarkan level setiap indikator SSR, peserta didik berada pada level 0 - level 2, yang artinya peserta didik masih berada pada tahap memaparkan tanggapan yang tidak logis atau hanya mengidentifikasi satu alasan beserta pemaparannya.*

Kata Kunci : *Perubahan Lingkungan, QuASSR, Socio Scientific Issues, Socio Scientific Reasoning*

PENDAHULUAN

Selama beberapa tahun belakangan, bumi telah mengalami berbagai kerusakan lingkungan yang signifikan, dimana sebagian besar kerusakannya terjadi karena aktivitas manusia (Ananda, 2022). Deforestasi yang masif, terutama pada hutan hujan tropis, telah mengurangi kemampuan bumi untuk menyerap karbon dioksida, selain itu deforestasi juga merupakan salah satu dampak dari tuntutan urbanisasi, kegiatan industri dan pertanian skala besar (Shivanna, 2022). Kondisi lingkungan juga diperparah dengan penumpukkan limbah plastik yang sulit diuraikan oleh tanah, sehingga membuat keseimbangan lingkungan terganggu (Revalina et al., 2024). Kerusakan lingkungan tersebut, tentunya akan sangat berkontribusi pada perubahan iklim, yang ditandai dengan peningkatan suhu rata-rata

global, perubahan pola curah hujan, dan peningkatan frekuensi serta intensitas bencana alam seperti banjir dan kebakaran hutan.

Di era modern ini, dengan meningkatnya tantangan global seperti perubahan iklim dan degradasi lingkungan, peserta didik perlu belajar untuk melatih kemampuan berpikir dan penalarannya secara sosial dan ilmiah untuk mempersiapkan diri mereka dalam berinteraksi dengan permasalahan yang terjadi di lingkungan sosial, mengambil keputusan terkait isu-isu kompleks, serta membentuk karakter (Berkowitz & Simmons, 2003; Kolsto, 2001; Zeidler & Sadler, 2007). Oleh karena itu, pembelajaran yang dilakukan di sekolah sebaiknya tidak hanya melibatkan pemahaman tentang konsep-konsep ilmiah, tetapi juga kemampuan untuk menerapkan pengetahuan tersebut dalam konteks sosial dan ilmiah yang nyata. Disinilah pentingnya kemampuan *Socio-Scientific Reasoning* (SSR). SSR merupakan konstruksi berpikir untuk mengintegrasikan pemahan konseptual, argumentasi, pengambilan keputusan dan solusi yang tepat terkait permasalahan *Socio Scientific Issues* (SSI) yang kompleks. SSR sendiri termasuk bagian penting dari literasi sains, dimana SSR tidak hanya berfokus pada penalaran formal tetapi juga penalaran informal (Firdaus et al., 2023). Berbeda dengan penalaran formal yang didasarkan pada proses deduktif, penalaran informal mengacu pada proses yang digunakan peserta didik untuk menavigasi masalah kompleks dimana deduksi dan solusi tunggal tidak mungkin dilakukan (Sadler, 2004; Zohar & Nemet, 2002). SSR terdiri dari empat dimensi yang mewakili masing-masing kompetensi yang diperlukan untuk memahami topik SSI (Romine et al., 2020), empat dimensi tersebut yaitu kompleksitas (*complexity*), pengambilan perspektif (*perspective taking*), penyelidikan (*inquiry*), dan skeptisisme (*skepticism*) (Kinslow et al., 2019).

Socio-Scientific Issues (SSI) merupakan isu-isu dengan aspek ilmiah yang kompleks serta berkaitan dengan konteks sosial, etika, dan moral (Irmak, 2020). SSI berfokus pada isu-isu kontroversial yang memerlukan berbagai alternatif solusi (Firdaus et al., 2023). Contoh topik SSI yang biasa digunakan dalam pembelajaran antara lain yaitu perubahan iklim, tenaga nuklir, polusi dan pengolahan sumber daya alam (Zeidler & Sami, 2014). Oleh sebab itu, materi perubahan lingkungan yang ada pada kurikulum merdeka, di kelas X pada semester genap dapat dijadikan sebagai bahan ajar untuk instrumen soal dalam penelitian ini, pada materi perubahan lingkungan guru dapat menyajikan topik SSI dalam cakupan materi perubahan lingkungan yang relevan dengan kehidupan sehari-hari peserta didik.

SSR dan SSI dapat digunakan sebagai wadah untuk mengembangkan pengetahuan konseptual mengenai sains dengan mempertimbangkan aspek non-ilmiah dalam permasalahan sosio-ilmiah (Firdaus et al., 2023). Namun, meskipun pendekatan ini memiliki potensi besar dalam meningkatkan pemahaman dan penalaran sosial-ilmiah peserta didik, pendekatan ini masih jarang sekali digunakan secara luas dalam proses pembelajaran di kelas, khususnya di Indonesia pada tingkat SMA (Diani, 2023). Salah satu alasan utamanya yaitu kurangnya sumber daya untuk melaksanakan kegiatan pengajaran dengan topik SSI, seperti kurangnya bahan ajar yang sesuai, serta membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mempersiapkannya (Tidemand & Nielsen, 2017).

Quantitative Assessment of Socio Scientific Reasoning (QuASSR) merupakan sebuah instrumen yang telah dikembangkan dan divalidasi oleh Romine et al. (2017) untuk mengukur kemampuan SSR. Instrumen ini berisi tes yang menyajikan topik SSI yang terdiri dari isu lokal dan isu global (Diani, 2023). QuASSR sendiri terdiri atas skenario yang berisi topik SSI, pada setiap skenario, keempat dimensi dalam SSR akan dimunculkan, adapun soal berbentuk uraian dua tingkat (Briggs et al., 2006),

pada tingkat pertama peserta didik diharuskan menjawab (“ya” atau “tidak”), tingkat kedua peserta didik memaparkan jawaban pertama. Dalam penelitian ini isu lokal yang diangkat yaitu kebakaran lahan gambut, sedangkan untuk isu global yang diangkat yaitu kenaikan rata-rata suhu bumi sebesar 1,5°C. Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengidentifikasi kemampuan SSR peserta didik dalam menyelesaikan permasalahan yang diangkat dari topik SSI pada materi perubahan lingkungan pada salah satu SMAN di Kota Bandung.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu deskriptif kuantitatif, dengan desain survei. Populasi penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas X di salah satu SMAN Kota Bandung semester genap tahun ajaran 2023/2024 dengan jumlah 456 peserta didik. Sampel penelitian diambil berdasarkan kriteria tertentu *non-probability sampling*, dimana sampel tidak dipilih secara acak, adapun sampel yang dijadikan sebagai subjek penelitian adalah kelas X-1, dengan jumlah 38 peserta didik.

Instrumen pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Quantitative Assessment of Socio Scientific Reasoning* (QuASSR). Instrumen QuASSR yang dipakai dalam penelitian ini mengadopsi instrumen penelitian yang digunakan oleh Owens et al. (2019) dan Diani Fitria (2023). Instrumen soal QuASSR dalam penelitian ini terdiri dari 8 soal, dimana setiap dua soal mewakili satu dimensi SSR. Terdapat 2 skenario SSI yang disajikan, yaitu isu lokal (kebakaran lahan gambut) dan isu global (kenaikan rata-rata suhu bumi sebesar 1,5°C). Soal berbentuk uraian bertingkat dua, dimana pada tingkat pertama peserta didik harus memilih jawaban (“ya” atau “tidak”), kemudian untuk tingkat kedua peserta didik harus menjabarkan jawaban dari tingkat pertama secara detail. Data dianalisis dengan cara menghitung presentase peserta didik pada setiap level QuASSR dalam dimensi SSR serta menghitung rata-rata perolehan nilai peserta didik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang didapatkan peserta didik dikelompokkan sesuai dengan level QuASSR sesuai dengan dimensi SSR yang digunakan yaitu kompleksitas (*complexity*), pengambilan perspektif (*perspective taking*), penyelidikan (*inquiry*), dan skeptisisme (*skepticism*) (Kinslow et al., 2019). Rubrik penilaian yang digunakan dalam penelitian ini merupakan rubrik QuASSR lima poin (0 – 4 poin), rubrik ini dirasa lebih baik menilai kemampuan peserta didik dalam memberikan sumber dari setiap dimensi dan menguraikan atau membenarkan sumber-sumber tersebut untuk menunjukkan alasannya. Untuk mencapai skor maksimal empat poin untuk setiap dimensi SSR, peserta didik perlu mengidentifikasi dua sumber informasi mengenai dimensi SSR tertentu, yang masing-masing sumber disertai penjelasan atau justifikasi mengapa demikian (Owens et al., 2019).

Dimensi kompleksitas (*complexity*) merupakan kemampuan untuk mengidentifikasi kompleksitas permasalahan dari topik SSI berdasarkan perspektif sosial dan ilmiah. Dalam dimensi ini, peserta didik bukan sekedar mempertimbangkan sebab akibat, namun merefleksikan, memikirkan dan mengevaluasi bentuk informasi yang kompleks (Firdaus et al., 2023). Dimensi kompleksitas mencakup 2 butir soal. Tabel 1 menunjukkan presentase peserta didik pada setiap level QuASSR, adapun pada isu lokal presentase peserta didik pada level 0 memperoleh angka sebesar 7,89%, level 1 memperoleh 34,21%, level 2 memperoleh 52,63%, level 3 memperoleh 0% dan level 4 memperoleh 5,26%. Sedangkan untuk isu global, presentase peserta didik pada level 0 memperoleh angka sebesar

44,73%, level 1 memperoleh 26,31%, level 2 memperoleh 26,31%, level 3 memperoleh 2,63% dan level 4 memperoleh 0%.

Pada dimensi kompleksitas, peserta didik umumnya masih berada pada level 2 dalam isu lokal dan level 0 dalam isu global. Level 0 menandakan bahwa jawaban yang dipaparkan peserta didik umumnya memberikan tanggapan tidak logis atau menjawab bahwa masalah yang disajikan tidak kompleks, sedangkan level 2 menandakan bahwa jawaban yang dipaparkan peserta didik mengidentifikasi setidaknya satu alasan, beserta dengan penjabaran atau deskripsi lebih lanjut. Dalam skenario isu lokal, meskipun peserta didik dapat mengidentifikasi setidaknya satu alasan dan memberikan penjabaran lebih lanjut, pemahaman mereka masih terbatas dan seringkali tidak mendalam. Sebaliknya, pada skenario isu global, peserta didik mungkin masih merasa asing dan kurang terhubung, sehingga tanggapan mereka sering kali tidak logis atau menganggap masalah yang disajikan tidak kompleks. Kondisi ini dapat terjadi karena kurangnya pengimplementasian pembelajaran dengan topik SSI di kelas, topik SSI bersifat terbuka dan beragam, sehingga peserta didik akan sulit untuk menyelesaikannya (Owens et al., 2019).

Tabel 1 Presentase Level QuASSR Peserta Didik Berdasarkan Dimensi SSR

Dimensi SSR	Isu Lokal					Isu Global				
	Level QuASSR					Level QuASSR				
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
Kompleksitas (Complexity)	7,89%	34,21%	52,63%	0%	5,26%	44,73%	26,31%	26,31%	2,63%	0%
Pengambilan Perspektif (Perspective Taking)	32,89%	52,63%	11,84%	2,63%	0%	82,89%	21,05%	0%	0%	0%
Penyelidikan (Inquiry)	23,68%	55,26%	21,05%	0%	0%	76,31%	18,42%	5,26%	0%	0%
Skeptisisme (Scepticism)	92,10%	5,26%	2,63%	0%	0%	100%	0%	0%	0%	0%

Dimensi pengambilan perspektif (*perspective taking*) merupakan kemampuan untuk memahami dan mempertimbangkan sudut pandang yang berbeda, terutama dalam konteks isu-isu yang melibatkan aspek sosial dan ilmiah. Kemampuan ini diperlukan untuk melakukan analisis masalah yang disajikan dalam topik SSI dari berbagai sudut pemangku kepentingan (Kinslow et al., 2019). Dimensi pengambilan perspektif mencakup 2 butir soal. Berdasarkan Tabel 1 presentase level QuASSR peserta didik pada isu lokal untuk level 0 memperoleh angka sebesar 32,89%, untuk level 1 memperoleh 52,63%, untuk level 2 memperoleh 11,84%, untuk level 3 memperoleh 2,63%, dan 4 memperoleh 0%. Sedangkan pada isu global untuk level 0 memperoleh angka sebesar 82,89%, untuk level 1 memperoleh 21,05%, untuk level 2, 3 dan 4 memperoleh 0%.

SSI memiliki dimensi yang beragam sehingga dapat dipersepsikan secara berbeda oleh berbagai pemangku kepentingan. Oleh karena itu, penyelesaian yang efektif untuk SSI memerlukan pertimbangan berbagai sudut pandang, yang sering kali saling bertentangan (Owens et al., 2019). Hal ini mengakibatkan peserta didik kesulitan untuk memberikan jawaban yang komprehensif karena mereka harus mempertimbangkan berbagai sudut pandang yang berbeda, yang bisa jadi bertolak

belakang satu sama lain. Kondisi ini membuat peserta didik umumnya hanya terbatas di level 1 untuk isu lokal dan level 0 pada isu global. Walaupun peserta didik memberikan berbagai perspektif dalam alasan mereka, mengapa pemangku kepentingan mendukung atau tidak mendukung opini yang diangkat dalam topik SSI yang disajikan, peserta didik gagal menunjukkan perspektif yang konsisten (Diani, 2023).

Dimensi penyelidikan (*inquiry*) berhubungan dengan kemampuan untuk mengidentifikasi pertanyaan khusus untuk melakukan penyelidikan lebih lanjut serta menyusun rencana untuk mengevaluasi pertanyaan tersebut dari sudut pandang sosial dan ilmiah dalam topik SSI yang disajikan. Penyelidikan lebih lanjut akan membantu peserta didik dalam pengambilan keputusan mengenai SSI (Owens et al., 2019). Dimensi penyelidikan mencakup 2 butir soal. Berdasarkan Tabel 1 presentase level QuASSR peserta didik pada isu lokal untuk level 0 memperoleh angka sebesar 23,68%, untuk level 1 memperoleh 55,26%, untuk level 2 memperoleh 21,05%, untuk level 3 dan 4 memperoleh 0%. Sedangkan pada isu global untuk level 0 memperoleh angka sebesar 76,31%, untuk level 1 memperoleh 18,42%, untuk level 2 memperoleh 5,26%, untuk level 3 dan 4 memperoleh 0%.

Level dimensi penyelidikan peserta didik pada isu lokal umumnya masih berada pada level 1, dimana peserta didik hanya memberikan jawaban tanpa alasan lebih lanjut, sedangkan untuk isu global berada pada level 0, dimana peserta didik memberikan alasan bahwa penyelidikan lebih lanjut tidak perlu dilakukan atau memberikan jawaban yang tidak logis. Umumnya peserta didik gagal untuk mengidentifikasi berbagai sumber informasi untuk penyelidikan lebih lanjut (Diani, 2023). Dimensi penyelidikan memiliki kaitan yang erat dengan literasi sains, sehingga dimensi ini perlu pembelajaran inkuri sebagai upaya untuk memecahkan permasalahan SSI dalam penyelidikan yang berkelanjutan (Firdaus et al., 2023).

Dimensi skeptisisme (*skepticism*) digunakan untuk menganalisis informasi yang berpotensi bias (Firdaus et al., 2023) dengan sikap skeptis (Irmak, 2020). Dimensi skeptisisme mencakup 2 butir soal Berdasarkan Tabel 1 presentase level QuASSR peserta didik pada isu lokal untuk level 0 memperoleh angka sebesar 92,10%, untuk level 1 memperoleh 5,26%, untuk level 2 memperoleh 2,63%, untuk level 3 dan 4 memperoleh 0%. Sedangkan pada isu global untuk level 0 memperoleh angka sebesar 100%, untuk level 1 – 4 memperoleh 0%.

Pada isu lokal maupun isu global, level skeptisisme peserta didik umumnya berada pada level 0, hal ini menunjukkan bahwa skeptisisme merupakan dimensi yang sulit, dimana jawaban peserta didik gagal untuk mengidentifikasi alasan dari perbedaan kualitas sumber yang disajikan dalam skenario SSI. Pada penelitian yang dilakukan oleh Romine et al. (2020), dimensi kompleksitas memiliki efek tidak langsung terhadap dimensi penyelidikan dan skeptisisme, hal ini menunjukkan bahwa ketika peserta didik mengidentifikasi bahwa SSI itu kompleks, maka akan meningkatkan skeptisisme dan pemahaman mengenai perlunya penyelidikan lebih lanjut. Temuan tersebut sejalan dengan hasil penelitian ini, dimana level kompleksitas peserta didik masih terbatas pada level 0 – 2, sehingga wajar apabila skeptisisme hannya mencapai level 0. Hasil penelitian ini juga memperoleh hasil yang sama dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Kinslow et al. (2019) dimana skeptisisme memperoleh rata-rata yang lebih rendah dibandingkan dimensi lain.

Tabel 2 Rekapitulasi Perolehan Nilai Peserta Didik

Nilai tertinggi	48
Nilai terendah	5
Mean	14,37

Tabel 2 menunjukkan hasil perolehan nilai peserta didik, dimana nilai tertinggi yang didapatkan hanya mencapai nilai 48, untuk nilai terendahnya 5 dan rata-rata perolehan nilai keseluruhan hanya memperoleh angka 14,37, dimana kategori yang diperoleh dengan nilai tersebut hanya berada pada kategori sangat kurang (Arikunto, 2013). Hal ini dapat terjadi karena jaranganya pengimplementasian topik SSI saat pembelajaran di sekolah. Padahal, penggunaan topik SSI dalam pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan argumentasi dan keterampilan berpikir kritis (Putriana et al., 2020); mengembangkan pengetahuan ilmiah peserta didik, meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi dan kemampuan dalam membuat keputusan (Rahayu, 2019). Sehingga ketika peserta didik disajikan pertanyaan yang berkaitan dengan topik SSI, mereka kesulitan dalam memberikan jawaban yang mendalam dan komprehensif. Kurangnya paparan terhadap topik SSI membuat peserta didik belum terbiasa untuk berpikir kritis dan analitis serta melihat suatu masalah dari berbagai perspektif. Akibatnya, kemampuan mereka dalam mengatasi pertanyaan-pertanyaan kompleks menjadi terbatas, hal ini tercermin dari rendahnya perolehan hasil rata-rata nilai peserta didik.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data hasil penelitian dan pembahasan yang telah dipaparkan, kemampuan SSR peserta didik berada pada kategori sangat rendah. Hal ini dapat dilihat dari hasil perolehan nilai yang didapatkan peserta didik, dimana rata-rata keseluruhannya hanya mendapatkan perolehan nilai 14,37 dengan kriteria sangat kurang. Level QuASSR peserta didik juga umumnya masih terbatas pada level 0 sampai level 2, yang artinya peserta didik masih berada pada tahap memaparkan tanggapan yang tidak logis atau hanya mengidentifikasi satu alasan beserta pemaparannya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Dr. Sumiyati Sa'adah, M.Si dan Meti Maspupah, M.Pd atas bimbingan, dukungan, dan arahan yang telah diberikan, sehingga artikel ilmiah ini dapat diselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananda Yudya. (2022). Kerusakan Lingkungan Akibat Kegiatan Penambangan Emas Ilegal di Kabupaten Murung Raya (Kalteng). *Pendidikan Lingkungan Hidup*, 1(1).
- Arikunto. (2013). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. PT Rineka Cipta.
- Berkowitz, M. W., & Simmons, P. E. (2003). Integrating Science Education and Character Education. In *The Role of Moral Reasoning on Socioscientific Issues and Discourse in Science Education* (pp. 117–138). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/1-4020-4996-X_7
- Briggs, D. C., Alonzo, A. C., Schwab, C., & Wilson, M. (2006). Diagnostic Assessment With Ordered Multiple-Choice Items. *Educational Assessment*, 11(1).
- Diani Fitria. (2023). *Identifikasi Kemampuan Socio-Scientific Reasoning (SSR) Terkait Isu Sains pada Mata Pelajaran Biologi di SMA Negeri 1 Nunukan*. Universitas Borneo Tarakan.

- Firdaus, L., Ibrohim, Lestari, S. R., Primawari, S. N., & Masiah. (2023). *Investigating Socio-scientific Reasoning of Biology Prospective Teacher: Focus on Genetic Modified Organism (GMO)* (pp. 158–166). https://doi.org/10.2991/978-2-38476-020-6_17
- Irmak, M. (2020). Socioscientific Reasoning Competencies and Nature of Science Conceptions of Undergraduate Students from Different Faculties. *Science Education International*, 31(1), 65–73. <https://doi.org/10.33828/sei.v31.i1.7>
- Kinslow, A. T., Sadler, T. D., & Nguyen, H. T. (2019). Socio-Scientific Reasoning and Environmental Literacy in a Field-Based Ecology Class. *Environmental Education Research*, 25(3), 388–410. <https://doi.org/10.1080/13504622.2018.1442418>
- Kolstø, S. D. (2001). Scientific Literacy for Citizenship: Tools for Dealing with the Science Dimension of Controversial Socioscientific Issues. *Science Education*, 85(3), 291–310. <https://doi.org/10.1002/sce.1011>
- Owens, D. C., Herman, B. C., Oertli, R. T., Lannin, A. A., & Sadler, T. D. (2019). Secondary Science and Mathematics Teachers' Environmental Issues Engagement through Socioscientific Reasoning. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(6). <https://doi.org/10.29333/ejmste/103561>
- Putriana, A. R., Suryawati, E., & Suzanti, F. (2020). Pengembangan LKPD Berbasis Socio Scientific Issue (SSI) pada Pembelajaran IPA SMP Kelas VII. *Jurnal Pajar (Pendidikan Dan Pengajaran)*, 4(1).
- Rahayu, S. (2019). Socioscientific Issues: Manfaatnya dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Sains, Nature Of Science (NOS) dan Higher Order Thinking Skills (HOTS). *In Keynote Speaker dalam Seminar Nasional Pendidikan IPA Unesa*.
- Revalina Aurelia Dias Nanda, Diva Avrilia Fuan Stevanie, Flora Aurelly Bintang Irawan, Meisya Ardhiyanti, Nadiva Fardlotul Ainunnisa, Novi Andriana, & Nur Fahira. (2024). Upaya Pelestarian Lingkungan Hidup dengan Mengurangi Sampah Plastik di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. *Jurnal Majemuk*, 3(2).
- Romine, W. L., Sadler, T. D., Dauer, J. M., & Kinslow, A. (2020). Measurement of Socio-Scientific Reasoning (SSR) and Exploration of SSR as a Progression of Competencies. *International Journal of Science Education*, 42(18), 2981–3002. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1849853>
- Romine, W. L., Sadler, T. D., & Kinslow, A. T. (2017). Assessment of Scientific Literacy: Development and Validation of the Quantitative Assessment of Socio-Scientific Reasoning (QuASSR). *Journal of Research in Science Teaching*, 54(2), 274–295. <https://doi.org/10.1002/tea.21368>
- Sadler, T. D. (2004). Informal Reasoning Regarding Socioscientific Issues: a Critical Review of Research. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(5).
- Shivanna. K. R. (2022). Climate Change and Its Impact on Biodiversity and Human Welfare. *Proceedings of the Indian National Science Academy*.

- Tidemand, S., & Nielsen, J. A. (2017). The Role of Socioscientific Issues in Biology Teaching: from the Perspective of Teachers. *International Journal of Science Education*, 39(1), 44–61. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1264644>
- Zeidler, D. L., & Sadler, T. D. (2007). *The Role of Moral Reasoning in Argumentation: Conscience, Character, and Care* (pp. 201–216). https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6670-2_10
- Zeidler, D. L., & Sami Kahn. (2014). *It's Debatable!: Using Socioscientific Issues to Develop Scientific Literacy K-12*. NSTA Press.
- Zohar, A., & Nemet, F. (2002). Fostering Students' Knowledge and Argumentation Skills Through Dilemmas in Human Genetics. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(1).