

Dapatkah Siswa Sekolah Dasar Mengambil Keputusan terkait Isu Pengendalian Perubahan iklim? Sebuah Penelitian Deskriptif

Cucun Sutinah^{1,5*}, Ari Widodo², Muslim³, Ernawulan Syaodih⁴

¹Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

²Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

³Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

⁴Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

⁵IKIP Siliwangi, Tasikmalaya, Indonesia

*Corresponding author: cucun.sutinah@upi.edu

ABSTRACT

One of the reasons why climate change is a contentious socioscientific topic is the swift advancement of research and technology. Based on sound judgment, controlling climate change becomes an urgent matter. This study intends to gain an overview of the factual circumstances of elementary school pupils' decision-making skills with reference to the subject of combating climate change. Descriptive quantitative research methodology is employed. The test is a multiple-choice test with 10 questions that were created using criteria for rational decision-making. 612 pupils at ten public elementary schools in the city of Bandung took the test offline. Descriptive statistics were used to assess the data and categorize it in accordance with the rationale for decision-making. The study's findings show that judgments about climate change are difficult for elementary school pupils to make. Most of their decisions are made using intuitive principles. This study has implications for the significance of discussing climate change with elementary school pupils and having them practice making critical decisions.

Keywords: Decision making; Climate Change; Elementary School Students.

ABSTRAK

Pesatnya ilmu pengetahuan dan teknologi menjadi salah satu penyebab terjadinya perubahan iklim sebagai salah satu isu sosiosaintifik yang kontroversial. Tindakan mengendalikan perubahan iklim menjadi suatu urgensi dengan didasari pengambilan keputusan yang efektif. Penelitian ini bertujuan mendapatkan gambaran kondisi faktual kemampuan pengambilan keputusan siswa sekolah dasar terkait isu pengendalian perubahan iklim. Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif deskriptif. Instrumen berupa tes pilihan ganda sebanyak 10 soal yang dikonstruksi sesuai dengan indikator pengambilan keputusan rasional. Tes diberikan secara luring kepada 612 siswa di sepuluh sekolah dasar negeri di Kota Bandung. Data yang diperoleh dianalisis dengan statistik deskriptif dan diklasifikasikan berdasarkan dasar pengambilan keputusannya. Hasil penelitian mengungkap fakta bahwa siswa sekolah dasar memiliki keterbatasan dalam pengambilan keputusan terkait perubahan iklim, serta dasar pengambilan keputusannya mayoritas pada kategori intuitif. Temuan ini berimplikasi pada pentingnya mengenalkan topik perubahan iklim dan melatih pengambilan keputusan analitis kepada siswa sekolah dasar.

Kata Kunci: Pengambilan Keputusan; Perubahan iklim; Siswa Sekolah Dasar.

Pendahuluan

Seiring dengan pesatnya kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, isu-isu sosiosaintifik semakin mengemuka di masyarakat saat ini (Fang, Hsu, & Lin, 2019). Isu sosiosaintifik merujuk pada masalah kontroversial otentik, nyata, berbasis sains (Johnson, Macalalag, & Dunphy, 2020) tentang iptek yang dikaitkan dengan dimensi sosial, ilmiah, politik, ekonomi, dan etika (Fang et al., 2019) yang kompleks (Herman, Clough, & Rao, 2022). Beberapa dampak negatif kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi terhadap lingkungan dan keberlanjutan

antara lain pertumbuhan populasi (Purkovic, 2022), industrialisasi (Alsaati, 2020), dan penggunaan sumber daya alam yang berlebihan (Hwang, 2023). Kemajuan iptek dalam bidang kedokteran, sanitasi, dan pangan telah meningkatkan harapan hidup manusia dan mengurangi angka kematian bayi. Hal ini berkontribusi pada pertumbuhan populasi yang cepat. Dalam beberapa dekade terakhir, populasi dunia telah meningkat secara signifikan. Pertumbuhan populasi yang cepat berarti permintaan akan sumber daya alam, seperti makanan, air, energi, dan lahan, juga meningkat secara drastis. Sejalan dengan itu, pesatnya industrialisasi didorong oleh kemajuan iptek. Teknologi baru memungkinkan produksi massal barang dan jasa secara efisien. Industrialisasi memainkan peran kunci dalam pertumbuhan ekonomi dan menciptakan lapangan kerja. Namun, proses ini juga menyebabkan peningkatan penggunaan sumber daya alam. Industri membutuhkan bahan baku seperti logam, batu bara, minyak, dan gas alam untuk produksi. Penggunaan besar-besaran sumber daya ini dapat menyebabkan eksploitasi berlebihan dan degradasi lingkungan. Terakhir, iptek telah memberikan kita kemampuan untuk mengeksploitasi sumber daya alam dengan lebih efisien. Namun, penggunaan yang berlebihan dan tidak berkelanjutan terhadap sumber daya alam telah terjadi karena pertumbuhan populasi dan industrialisasi yang cepat. Misalnya, permintaan energi yang tinggi telah mengakibatkan peningkatan eksploitasi sumber daya fosil, seperti minyak bumi dan gas alam, yang menyebabkan peningkatan emisi gas rumah kaca dan perubahan iklim global. Penggunaan berlebihan sumber daya alam juga dapat menyebabkan deforestasi, kehilangan keanekaragaman hayati, dan pencemaran lingkungan.

Salah satu isu sosiosaintifik yang kontroversial adalah perubahan iklim (Hüseyin & Öztürk, 2021). Pemanasan global, dan perubahan iklim sebagai konsekuensinya merupakan masalah super jahat (Cross & Congreve, 2021) yang paling kritis yang dihadapi peradaban saat ini (Akaygun & Adadan, 2021; Kurup, Levinson, & Li, 2021) pada tingkat global (Kelley & Knowles, 2016; Semiz & Teksöz, 2019; Shin et al., 2022). Hal tersebut merujuk pada dampak yang ditimbulkannya yakni krisis lingkungan (Morales et al., 2021) dan mengancam keberlangsungan kehidupan. Jika telah melampaui batasnya, perubahan iklim memiliki dampak yang tidak dapat diubah pada manusia dan alam selama ribuan tahun (Botella et al., 2022). Kondisi ini memerlukan tindakan bertanggung jawab oleh semua negara dan individu (Kurup et al., 2021).

Meninjau sifat kompleksitas dari isu sosiosaintifik, termasuk perubahan iklim, maka upaya mengendalikannya memerlukan kemampuan pengambilan keputusan yang efektif sebagai dasarnya (Fang et al., 2019; Herman et al., 2022; Hüseyin & Öztürk, 2021). Secara sederhana, pengambilan keputusan didefinisikan sebagai proses menghasilkan pilihan yang disadari dari beberapa kemungkinan alternatif untuk mencapai keadaan yang diinginkan dalam lingkungan tertentu (Shaked & Schechter, 2019). Berkaitan dengan isu sosiosaintifik, pengambilan keputusan dipandang sebagai proses rekursif yang melibatkan penggalian berbagai informasi, penalaran berdasarkan multiaspek, evaluasi pro dan kontra dari masing-masing alternatif, serta menggunakan metode pengambilan keputusan yang tepat untuk mencapai keputusan akhir (Zhang & Hsu, 2021). Sifat kompleksitas dari masalah sosiosaintifik menjadi tantangan bagi siswa karena perlu merenungkan masalah dari berbagai dimensi, mencari informasi yang relevan, terlibat argumentasi, menerapkan keterampilan penalaran, dan mengintegrasikan beragam perspektik ke dalam pengembangan strategi pengambilan

keputusan (Fang et al., 2019). Di samping itu, siswa perlu mempertimbangkan fakta kompleks dan mengintegrasikan berbagai pendapat dan argumen yang terhubung untuk mencari solusi berkelanjutan (Böttcher & Meisert, 2013).

Anak-anak dan remaja adalah salah satu kelompok sosial yang paling rentan, terutama di negara-negara berkembang, di mana mereka secara tidak proporsional mendapat akibat negatif dari perubahan iklim (Gkatzos, 2017). Kenaikan suhu ekstrem, kekeringan, banjir, penyakit menular, kestabilan pangan, dan sebagainya, mengancam anak-anak karena sistem kekebalan tubuh mereka yang belum sepenuhnya berkembang (Benevento, 2022). Selain itu, dampak jangka panjang perubahan iklim menjadi bayang-bayang suram masa depan mereka. Tetapi pada kenyataannya, mereka jarang dilibatkan dalam pengambilan keputusan terkait masalah tersebut. Padahal anak-anak memainkan peran besar dalam respon global terhadap perubahan iklim (Benevento, 2022) karena memiliki cenderung bertindak dengan cara yang ramah lingkungan dan lebih peduli lingkungan dibanding yang lebih tua (Akaygun & Adadan, 2021). Melibatkan anak-anak dalam pengambilan keputusan terkait perubahan iklim juga dapat berperan dalam meningkatkan pendidikan dan kesadaran mereka tentang isu tersebut. Mereka dapat belajar tentang dampak perubahan iklim, tindakan mitigasi, dan praktik berkelanjutan. Melalui pemahaman akan pentingnya lingkungan dan dampak manusia terhadapnya, anak-anak dapat menjadi agen perubahan yang lebih aktif dan berkomitmen dalam mengatasi perubahan iklim di masa depan.

Penelaahan mengenai pengambilan keputusan terkait isu sosiosaintifik telah banyak dilakukan dalam beberapa tahun terakhir. Setelah intervensi, siswa sekolah dasar mampu mengambil keputusan berbasis bukti terkait isu sosiosaintifik (Evagorou et al., 2010). Selanjutnya, siswa pada jenjang sekolah menengah pertama menunjukkan peningkatan signifikan dalam penggunaan bahasa terkait penalaran berbasis bukti (Arya & Maul, 2016). Pada siswa sekolah menengah atas, penggunaan model 5E meningkatkan pemahaman perubahan iklim, dimana pengetahuan tersebut menjadi dasar pengambilan keputusan mereka (Kurup et al., 2021). Pada mahasiswa calon guru, kemampuan pengambilan keputusan meningkat dengan penerapan engineering desain proses (Ayaz & Sarikaya, 2021). Terakhir, pengambilan keputusan guru IPA terkait isu sosiosaintifik dipengaruhi oleh pemahaman hakikat sains (Adal & Jale, 2022).

Pada konteks perubahan iklim, pemahaman siswa sekolah dasar dapat ditingkatkan melalui lingkungan belajar berbasis inkuiri (Akaygun & Adadan, 2021), pengetahuan adaptasi dan mitigasi perubahan iklim (Ratinen, 2021). Pada jenjang sekolah menengah pertama, diselidiki model mental siswa tentang perubahan iklim dan efek rumah kaca (Varela, Sesto, & García-Rodeja, 2020). Peneliti selanjutnya mengungkap pengetahuan dan persepsi siswa sekolah menengah yang masih terbatas terkait perubahan iklim (Lombardi et al., 2016; Vinuesa et al., 2022), peningkatan pengetahuan tentang perubahan iklim (Khadka et al., 2020; Littrell et al., 2020) dan dipengaruhi oleh minat (Carman et al., 2021). Pemahaman mahasiswa terkait perubahan iklim meningkat melalui perkuliahan sains (Hestness et al., 2011; Jeong et al., 2021) tetapi keterampilan dan praktik adaptasi dan mitigasi masih minim (Nayan et al., 2020). Terakhir, pada level guru, digali persepsi tentang pedagogi perubahan iklim (Hannah & Rhubart, 2020), konsepsi tentang perubahan iklim (Herman, Feldman, & Vernaza-Hernandez, 2017), pemahaman guru sekolah dasar yang lebih koheren melalui empat sesi sains (Ratinen, Viiri, & Lehesvuori, 2013), kesenjangan pengetahuan perubahan iklim (Seroussi et al., 2019).

Mencermati kajian-kajian yang telah dilakukan, penelitian tentang gambaran kemampuan pengambilan keputusan siswa terkait pengendalian perubahan iklim menjadi suatu hal yang baru. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh informasi mengenai kemampuan pengambilan keputusan siswa sekolah dasar terkait pengendalian perubahan iklim, khususnya pada upaya mengurangi emisi gas karbon dioksida di udara. Kajian ini berimplikasi terhadap praktik pembelajaran ideal mengendalikan perubahan iklim yang mendukung pendidikan untuk pembangunan berkelanjutan.

Metode Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah mendeskripsikan pengambilan keputusan siswa sekolah dasar terkait perubahan iklim. Karena itu, metode yang digunakan adalah kuantitatif deskriptif. Sebagaimana dijelaskan bahwa penelitian deskriptif bertujuan untuk mendeskripsikan karakteristik suatu fenomena atau kejadian (Suter, 2012) dari suatu kelompok pada satu waktu atau perubahannya, dengan tidak mendalami hubungan sebab akibat (Gall, Gall, & Borg, 2010).

Langkah pertama yang dilakukan adalah mengkonstruksi instrumen tes yang akan digunakan untuk mengukur kemampuan pengambilan keputusan siswa terkait pengendalian perubahan iklim. Instrumen ini dirancang dalam bentuk soal pilihan ganda dengan mengacu pada indikator pengambilan keputusan, yaitu: 1) Mengidentifikasi masalah, 2) Menghasilkan alternatif solusi, 3) Mengevaluasi alternatif solusi, 4) Menentukan pilihan, dan 5) Mengevaluasi efektivitas pilihan (Altan et al., 2018). Pertanyaan dirancang dengan menyajikan masalah terkait peningkatan emisi gas karbon dioksida yang disebabkan oleh penggunaan BBM dan listrik. Setiap masalah menjadi stimulus untuk kelima indikator. Dengan begitu, dua masalah diturunkan menjadi sepuluh soal tes pengambilan keputusan terkait pengendalian perubahan iklim untuk siswa sekolah dasar. Instrumen telah divalidasi oleh ahli terkait materi, konstruksi, dan penggunaan bahasa yang disesuaikan untuk jenjang sekolah dasar.

Selanjutnya adalah memberikan tes tersebut kepada 612 siswa kelas V di sepuluh sekolah dasar negeri di Kota Bandung pada tahun ajaran 2022-2023, tepatnya di bulan September. Siswa yang menjadi partisipan dipilih karena unsur kedekatan peneliti dengan guru-guru di sekolah yang bersangkutan. Karena itu teknik penyampelan yang digunakan adalah *convenience sampling*. Tes dilaksanakan secara daring dengan bantuan *google form*. Tes dilaksanakan dengan pengondisian lingkungan nyaman dan tenang agar siswa dapat fokus dalam menjawab soal-soal tes. Selain itu, siswa juga diberikan waktu yang memadai untuk menjawab setiap pertanyaan dan guru mengawasi prosesnya untuk memastikan kepatuhan dan kejujuran selama pelaksanaan tes.

Data yang diperoleh dari tes kemudian dianalisis untuk mengukur kemampuan pengambilan keputusan siswa secara keseluruhan, serta melihat pola dan tren dalam hasil tersebut. Pengolahan data dilakukan secara statistik deskriptif dengan menghitung rata-rata pada setiap indikator. Analisis dilanjutkan dengan pengklasifikasian dasar pengambilan keputusan ke dalam dua kategori, yaitu analitis dan intuitif (Böttcher & Meisert, 2013). Hasil analisis akan memberikan informasi yang berguna dalam memahami pengambilan keputusan siswa sekolah dasar terkait perubahan iklim serta memberikan wawasan untuk pengembangan pendidikan di masa mendatang.

Hasil dan Pembahasan

Pengambilan keputusan dimaknai sebagai kemampuan memilih opsi terbaik dari alternatif solusi yang ada untuk mencapai tujuan yang diinginkan (Adal & Jale, 2022; Le, Phan, & Vu, 2022; Yuan, Liu, & Kuang, 2021). Dalam penelitian ini, peneliti menggali pengambilan keputusan siswa menggunakan tes pilihan ganda yang mengacu pada indikator yang terdiri atas: 1) Mengidentifikasi masalah, 2) Menghasilkan alternatif solusi, 3) Mengevaluasi alternatif solusi, 4) Menentukan pilihan, dan 5) Mengevaluasi efektivitas pilihan. Analisis data pengambilan keputusan yang diperoleh melalui tes kepada 612 siswa kelas V disajikan dalam tabel berikut.

Tabel 1. Analisis Pengambilan Keputusan terkait Perubahan iklim

Indikator	Rerata
Mengidentifikasi masalah	21,0
Menghasilkan alternatif solusi	36,4
Mengevaluasi alternatif solusi	69,9
Menentukan pilihan	48,1
Evaluasi efektivitas pilihan	66,7
Rerata	48,4

Mengacu pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa pada dasarnya siswa sekolah dasar memiliki kemampuan pengambilan keputusan terkait perubahan iklim, meskipun masih minim. Temuan ini sejalan dengan penelitian yang menunjukkan bahwa siswa sekolah dasar dapat membuat keputusan tetapi pada tingkat yang terbatas (Evagorou et al., 2010) karena proses pengambilan keputusan siswa mengacu pada nilai-nilai, pengetahuan, dan pengalaman masing-masing (Hüseyin & Öztürk, 2021; Rundgren, Eriksson, & Rundgren, 2016). Karena hal tersebut, siswa sekolah dasar belum mampu membuat keputusan secara optimal, khususnya terkait perubahan iklim. Dalam konteks perubahan iklim, hasil penelaahan mengungkap bahwa hanya 25% siswa sekolah dasar yang memiliki pengetahuan tentang perubahan iklim (Akaygun & Adadan, 2021).

Di sisi lain, indikator pengambilan keputusan siswa paling rendah terletak pada mengidentifikasi masalah. Secara formal, siswa sekolah dasar belum mempelajari topik terkait perubahan iklim. Topik ini baru diajarkan pada jenjang sekolah menengah pertama. Kompleksitas konsep menjadi salah satu pertimbangannya. Hal ini berdampak pada minimnya pemahaman siswa terkait perubahan iklim. Dalam pengambilan keputusan sosiosaintifik, pertama-tama perlu memahami dan menjelaskan masalah dalam hal kompleksitasnya (Sakamoto, Yamaguchi, & Yamamoto, 2021). Untuk itu, diperlukan pengetahuan agar memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang masalah (Biswas et al., 2020). Ditambah lagi karena kompleksitas isu perubahan iklim, di mana kompleksitas dipandang sebagai kuantitas informasi yang diperlukan (Daellenbach & McNickle, 2005).

Indikator mengevaluasi alternatif solusi menempati urutan tertinggi dalam perolehan rata-rata. Proses evaluasi mencakup menilai keuntungan dan kerugian dari alternatif (Gresch, Hasselhorn, & Susanne, 2013) yang memerlukan kemampuan berpikir kritis. Siswa sekolah dasar mulai mengembangkan kemampuan tersebut, tetapi dalam kapasitas yang terbatas (Mcfadden & Roehrig, 2020). Soal terkait kemampuan mengevaluasi alternatif yang disajikan

menuntut siswa menentukan kelebihan dari sebuah alternatif terkait penghematan listrik dan BBM. Dengan demikian, proses evaluasi menjadi lebih sederhana.

Analisis selanjutnya yaitu mengkategorikan dasar pengambilan keputusan ke dalam dua kategori, yaitu analitis dan intuitif. Kategori analitis membutuhkan pengetahuan tentang aturan yang benar dan tidak membuat kesalahan dan eksekusinya, sementara intuitif dimaknai tidak disadari atau spontan yang diartikan tidak setiap langkahnya dilakukan dengan eksplisit (Böttcher & Meisert, 2013; Eggert & Bogeholz, 2009; Fang et al., 2019). Hasil analisis dasar pengambilan keputusan siswa disajikan pada gambar berikut.



Gambar 1. Analisis Dasar Pengambilan Keputusan

Gambar 1 menunjukkan bahwa hampir seluruh siswa memiliki dasar pengambilan keputusan intuitif. Temuan ini diperkuat oleh penelitian yang mengungkapkan bahwa siswa sekolah dasar secara mayoritas menggunakan penalaran intuitif untuk mengambil keputusan (Widodo et al., 2017). Jika dilihat dari tingkat perkembangan kognitif Piaget, siswa sekolah dasar berada pada tahap operasional konkrit. Pada tahap ini, mereka masih dalam proses mempelajari kemampuan berpikir rasional dan berpikir secara logis. Sementara pengambilan keputusan melibatkan siswa dalam berbagai proses penalaran, di mana mereka harus menghasilkan pilihan, mengevaluasi dan menilai informasi yang relevan, serta membandingkan pilihan untuk menentukan pilihan (Eggert & Bogeholz, 2009; Rundgren et al., 2016). Bahkan dalam konteks isu sosiosaintifik, pengambilan keputusan berkaitan erat dengan kemampuan penalaran informal, yaitu mempertimbangkan dan membandingkan pro dan kontra dari opsi yang berbeda (Fang et al., 2019). Semakin banyak pengetahuan yang diperoleh maka penalaran siswa semakin baik, karena itu sifatnya dinamis (Luthfiyani, Widodo, & Rochintaniawati, 2019).

Di sisi lain, siswa sekolah dasar memiliki keterbatasan pengetahuan terkait perubahan iklim. Hal ini kontras dengan pendapat yang menyatakan bahwa membuat keputusan berdasarkan pengetahuan yang valid sangat penting untuk menegosiasikan isu-isu sosiosaintifik (Garrecht et al., 2020). Berdasarkan analisis kompetensi dasar pada Kurikulum 2013, pemanasan global dan perubahan iklim diajarkan sebagai topik materi pada level sekolah menengah pertama. Di level sekolah dasar, siswa mempelajari konsep cuaca dan iklim secara sederhana. Di samping itu, topik perubahan iklim dipandang kurang kontekstual dengan kehidupan siswa sekolah dasar. Sementara itu, pengambilan keputusan yang analitis memerlukan informasi yang memadai untuk memahami masalah, mengembangkan solusi,

dan menyempurnakannya (Biswas et al., 2020) sehingga mampu menghindari pengambilan keputusan yang tidak ilmiah (Genisa et al., 2021).

Siswa sekolah dasar juga belum memiliki pengalaman yang luas dalam hal pengambilan keputusan rasional. Hal ini disebabkan kurikulum yang kurang membekali siswa dengan pengalaman yang cukup untuk menjadi pengambilan keputusan yang cakap (Adal & Jale, 2022). Bukan hanya terkait perubahan iklim, bisa jadi mereka pun minim dalam hal pengambilan keputusan yang analitis, baik di dalam maupun di luar kelas. Dengan keterbatasan itu, mereka lebih banyak mengandalkan intuisi dalam pengambilan keputusan. Padahal, pengalaman merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pengambilan keputusan individu (Jho & Mijung, 2014).

Kesimpulan

Penelitian ini bermaksud mengetahui pengambilan keputusan siswa sekolah dasar terkait perubahan iklim. Data diperoleh melalui tes yang diberikan kepada siswa kelas 5 di sekolah dasar negeri di Kota Bandung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada dasarnya siswa sekolah dasar memiliki kemampuan pengambilan keputusan tetapi masih terbatas. Selain itu, dasar pengambilan keputusan hampir seluruhnya berada pada kategori intuitif. Analisis penyebabnya karena siswa sekolah dasar belum memiliki pengetahuan dan pengalaman yang memadai, baik terkait pengambilan keputusan maupun perubahan iklim. Temuan ini berimplikasi pada urgensi mengenalkan perubahan iklim kepada siswa sekolah dasar dengan disesuaikan tingkat perkembangan kognitifnya. Di sisi lain, pengambilan keputusan sebagai suatu proses menentukan pilihan perlu dilatihkan dan dikembangkan dalam proses pembelajaran secara bertahap, mulai dari hal-hal yang sederhana hingga yang kompleks.

Daftar Pustaka

- Adal, E. E., & Jale, C. (2022). Investigation of preservice science teachers' nature of science understanding and decision making on socioscientific issue through the fractal model. In *Science & Education*. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00319-1>
- Akaygun, S., & Adadan, E. (2021). Fostering senior primary school students' understanding of climate change in an inquiry-based learning environment. *Education 3-13*, 49(3), 330-343. <https://doi.org/10.1080/03004279.2020.1854961>
- Altan et al. (2018). The effect of design based learning on pre-service science teachers' decision making skills. *Universal Journal of Educational Research*, 6(12), 2888-2906. <https://doi.org/10.13189/ujer.2018.061224>
- Arya, D., & Maul, A. (2016). The building of knowledge, language, and decision-making about climate change science: a cross-national program for secondary students. *International Journal of Science Education*, 38(6), 885-904. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1170227>
- Ayaz, E., & Sarikaya, R. (2021). The effect of engineering design based science teaching on decision making, scientific creativity and design skills of classroom teacher candidates. *Journal of Education in Science, Environment and Healthment and Health*, 7(4), 309-328.
- Benevento, S. V. (2022). Communicating climate change risk to children: A thematic analysis of children's literature. *Early Childhood Education Journal*, (0123456789). <https://doi.org/10.1007/s10643-021-01294-y>

- Biswas et al. (2020). Multilevel Learner Modeling in Training Environments for Complex Decision Making. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 13(1), 172–185. <https://doi.org/10.1109/TLT.2019.2923352>
- Botella et al. (2022). Effects of self-construction of materials on the ecological awareness of physical education primary school students. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19, 1–13.
- Böttcher, F., & Meisert, A. (2013). Effects of direct and indirect instruction on fostering decision-making competence in socioscientific issues. *Research in Science Education*, 43(2), 479–506. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9271-0>
- Carman et al. (2021). The role of interest in climate change instruction. *Science Education*, 105(2), 309–352. <https://doi.org/10.1002/sce.21610>
- Cross, I. D., & Congreve, A. (2021). Teaching (super) wicked problems: authentic learning about climate change. *Journal of Geography in Higher Education*, 45(4), 491–516. <https://doi.org/10.1080/03098265.2020.1849066>
- Daellenbach, H. G., & McNickle, D. (2005). *Management Science: Decision Making through Design Thinking*. Christchurch, New Zealand: Palgrave Macmillan.
- Eggert, S., & Bogeholz, S. (2009). Students ' use of decision-making strategies with regard to socioscientific issues : An application of the rasch partial. *Science Education*, 230–258. <https://doi.org/10.1002/sce.20358>
- Evagorou et al. (2010). An investigation of the potential of interactive simulations for developing system thinking skills in elementary school: a case study with fifth-and sixth graders. *International Journal of Science Education*, 23(september), 1–36.
- Fang, S. C., Hsu, Y. S., & Lin, S. S. (2019). Conceptualizing socioscientific decision making from a review of research in science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(3), 427–448. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-9890-2>
- Gall, M. D., Gall, J. P., & Borg, W. R. (2010). *Applying Educational Research*. Boston: Pearson Education.
- Garrecht et al. (2020). Fostering students ' socioscientific decision- making : exploring the effectiveness of an environmental science competition. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 2(5), 1–16.
- Genisa et al. (2021). Decision-making style profiles of pre-service biology teachers in socio-scientific issues. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 10(3), 760–767. <https://doi.org/10.11591/ijere.v10i3.21376>
- Gkatzos, D. (2017). Teaching children's rights and climate change with the support of Act for Climate web-based learning environment. *Prospects*, 47(1–2), 133–147. <https://doi.org/10.1007/s11125-018-9421-5>
- Gresch, H., Hasselhorn, M., & Susanne, B. (2013). Training in decision-making strategies : An approach to enhance students ' competence to deal with socio- scientific issues. *International Journal of Science Education*, 35(15), 37–41. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.617789>
- Hannah, A. L., & Rhubart, D. C. (2020). Teacher perceptions of state standards and climate change pedagogy: opportunities and barriers for implementing consensus-informed instruction on climate change. *Climatic Change*, 158(3–4), 377–392. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02590-8>

- Herman, B. C., Clough, M. P., & Rao, A. (2022). Socioscientific issues thinking and action in the midst of science- in- the- making. *Science & Education*, (31), 1105–1139. <https://doi.org/10.1007/s11191-021-00306-y>
- Herman, B. C., Feldman, A., & Vernaza-Hernandez, V. (2017). Florida and Puerto Rico Secondary Science Teachers' Knowledge and Teaching of Climate Change Science. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 15(3), 451–471. <https://doi.org/10.1007/s10763-015-9706-6>
- Hestness et al. (2011). A Study of Teacher Candidates' Experiences Investigating Global Climate Change Within an Elementary Science Methods Course. *Journal of Science Teacher Education*, 22(4), 351–369. <https://doi.org/10.1007/s10972-011-9234-3>
- Hüseyin, E., & Öztürk, N. (2021). An activity for transferring the multidimensional structure of SSI to middle school science courses : I discover myself in the decision-making process with SEE-STEP! *Research in Science Education*, (51), 889–910.
- Jeong et al. (2021). Improving climate change awareness of preservice teachers (PSTs) through a university science learning environment. *Education Sciences*, 11(78), 1–17.
- Jho, H., & Mijung, H. Y. (2014). The relationship of science knowledge , attitude and decision making on socio-scientific issues : The case study of students ' debates on a nuclear power plant in Korea. *Science & Education*, (23), 1131–1151. <https://doi.org/10.1007/s11191-013-9652-z>
- Johnson, J., Macalalag, A. Z., & Dunphy, J. (2020). Incorporating socioscientific issues into a STEM education course: exploring teacher use of argumentation in SSI and plans for classroom implementation. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 2(1). <https://doi.org/10.1186/s43031-020-00026-3>
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Khadka et al. (2020). Applied environmental education & communication unpacking the power of place-based education in climate change communication. *Applied Environmental Education & Communication*, 0(0), 1–15. <https://doi.org/10.1080/1533015X.2020.1719238>
- Kurup, P. M., Levinson, R., & Li, X. (2021). Informed-decision regarding global warming and climate change among high school students in the United Kingdom. *Canada Journal Science Mathematic Technology Education*, (21), 166–185.
- Le, H. T. T., Phan, L. T., & Vu, H. T. T. (2022). Student decision-making processes administrators, and lecturers as evaluated. *International Journal of Education and Practice*, 10(4), 371–380. <https://doi.org/10.18488/61.v10i4.3221>
- Littrell, M. K., Tayne, K., Okochi, C., Leckey, E., Gold, A. U., & Lynds, S. (2020). Student perspectives on climate change through place-based filmmaking. *Environmental Education Research*, 26(4), 594–610. <https://doi.org/10.1080/13504622.2020.1736516>
- Lombardi et al. (2016). Students' evaluations about climate change. *International Journal of Science Education*, 38(8), 1392–1414. <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1193912>
- Luthfiyani, S. H., Widodo, A., & Rochintaniawati, D. (2019). Pengaruh Pembelajaran Biologi Berbasis STEM terhadap Literasi Teknologi dan Keterampilan Pengambilan Keputusan Siswa SMA. *Assimilation: Indonesian Journal of Biology Education*, 2(2), 77. <https://doi.org/10.17509/aijbe.v2i2.19251>
- Mcfadden, J., & Roehrig, G. (2020). Missed expectations : teacher and coach tensions at the

- boundary of STEM integration in an elementary classroom. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 2(4), 1–16.
- Morales et al. (2021). Sustainability awareness of in-service physical education teachers. *Education Sciences*, 11(798), 1–12.
- Nayan et al. (2020). Climate literacy awareness among pre-service teachers in Malaysia. *Cakrawala Pendidikan*, 39(1), 89–101. <https://doi.org/10.21831/cp.v39i1.26873>
- Ratinen, I. (2021). Students' knowledge of climate change, mitigation and adaptation in the context of constructive hope. *Education Sciences*, 11(3), 1–14. <https://doi.org/10.3390/educsci11030103>
- Ratinen, I., Viiri, J., & Lehesvuori, S. (2013). Primary School Student Teachers' Understanding of Climate Change: Comparing the Results Given by Concept Maps and Communication Analysis. *Research in Science Education*, 43(5), 1801–1823. <https://doi.org/10.1007/s11165-012-9329-7>
- Rundgren, C., Eriksson, M., & Rundgren, S. C. (2016). Investigating the Intertwinement of Knowledge, Value, and Experience of Upper Secondary Students' Argumentation Concerning Socioscientific Issues. *Science & Education*, 25, 1049–1071. <https://doi.org/10.1007/s11191-016-9859-x>
- Sakamoto, M., Yamaguchi, E., & Yamamoto, T. (2021). An intervention study on students' decision-making towards consensus building on socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, 0(0), 1–19. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1947541>
- Semiz, G. K., & Teksöz, G. (2019). Developing the systems thinking skills of pre-service science teachers through an outdoor ESD course. *Journal of Adventure Education and Outdoor Learning*, 00(00), 1–20. <https://doi.org/10.1080/14729679.2019.1686038>
- Seroussi et al. (2019). Teachers' Knowledge, Beliefs, and Attitudes about Climate Change. *International Education Studies*, 12(8), 33. <https://doi.org/10.5539/ies.v12n8p33>
- Shaked, H., & Schechter, C. (2019). Exploring systems thinking in school principals' decision-making. *International Journal of Leadership in Education*, 22(5), 573–596. <https://doi.org/10.1080/13603124.2018.1481533>
- Shin et al. (2022). A framework for supporting systems thinking and computational thinking through constructing models. *Instructional Science*, 933–960.
- Suter, W. N. (2012). *Introduction to Educational Research. A Critical Thinking Approach* (Second Edi). <https://doi.org/10.1080/1047621870010222>
- Varela, B., Sesto, V., & García-Rodeja, I. (2020). An Investigation of Secondary Students' Mental Models of Climate Change and the Greenhouse Effect. *Research in Science Education*, 50(2), 599–624. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9703-1>
- Vinuesa et al. (2022). Mozambican students' knowledge and perceptions about climate change: an exploratory study in Pemba City. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 31(1), 5–21. <https://doi.org/10.1080/10382046.2020.1863671>
- Widodo et al. (2017). Development of Students' Informal Reasoning across School Level. *Journal of Education and Learning*, 11(3), 273–282.
- Yuan, Y., Liu, C., & Kuang, S. (2021). An innovative and interactive teaching model for cultivating talent's digital literacy in decision making, sustainability, and computational thinking. *Sustainability (Switzerland)*, 13(1), 1–13.

Zhang, W. X., & Hsu, Y. S. (2021). The interplay of students' regulation learning and their collective decision-making performance in a SSI context. *International Journal of Science Education*, 43(11), 1746–1778. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1933250>