



Eksplorasi Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa dalam Diskusi Isu Pemanasan Global Berbasis Perspektif Islam di SMAIT Yarsi Mataram

Nurul Hidayanti Rambe ^{a,1,*}, Ahmad Zulfikar Maulana ^{b,2}, Lalu Fikri Ramadhan ^{c,3}

^a Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram, Indonesia

^b Program Studi Pendidikan IPA, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Mataram, Indonesia

^c Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Sains, Teknik, dan Terapan, Universitas Pendidikan Mandalika, Indonesia

¹ nurulhidayanti@unram.ac.id; ² ahmadzulfikar@uinmataram.ac.id; ³ lalufikriramadhan@undikma.ac.id

* Corresponding Author

ABSTRACT

This study aims to explore students' scientific argumentation skills in discussions on global warming issues based on Islamic perspectives at SMAIT Yarsi Mataram. The study was motivated by the increasing urgency of environmental education through socio-scientific issues that emphasize not only scientific concept mastery but also scientific argumentation and the integration of Islamic values in learning processes. The research employed a descriptive qualitative approach using observation, documentation, and analysis of student discussions based on the Toulmin's Argument Pattern framework. The participants consisted of senior high school students engaged in group discussions on global warming, climate change, and human responsibility toward the environment from scientific and Islamic perspectives. The findings reveal that most students were able to construct claims and provide supporting data adequately, yet they still experienced difficulties in developing logical and comprehensive rebuttals and warrants. The integration of Islamic perspectives strengthened the ethical dimension of students' arguments, particularly regarding the concepts of khalifah, amanah, and the prohibition of environmental destruction. This study demonstrates that learning activities centered on global warming issues integrated with Islamic values contribute to strengthening scientific argumentation, environmental literacy, and students' moral awareness within value-based science education contexts.

Article History

Received 2026-03-06

Revised 2026-03-28

Accepted 2026-04-08

Published 2026-05-28

Keywords

Scientific
Argumentation;
Global Warming;
Socio-Scientific Issues;
Islamic Perspective;
Toulmin
Argumentation
Pattern

Copyright © 2026, The Author(s)

This is an open-access article under the CC-BY-SA license



PENDAHULUAN

Pemanasan global menjadi salah satu persoalan lingkungan global yang terus memperoleh perhatian dalam kajian pendidikan, sains, dan hukum lingkungan karena dampaknya terhadap keberlanjutan kehidupan manusia dan ekosistem. Peningkatan suhu bumi, perubahan pola cuaca, serta meningkatnya intensitas bencana hidrometeorologi menunjukkan bahwa krisis iklim tidak lagi bersifat prediktif, tetapi telah menjadi realitas sosial yang memengaruhi berbagai sektor kehidupan. Dalam konteks pendidikan, isu pemanasan global berkembang menjadi bagian penting dari socio-scientific issues yang menuntut kemampuan berpikir kritis, pengambilan keputusan berbasis bukti, dan argumentasi ilmiah siswa (Sadler, 2004). Pendidikan sains modern tidak lagi hanya berorientasi pada penguasaan konsep, tetapi juga pada kemampuan siswa membangun klaim, menggunakan data, serta mempertahankan argumentasi secara logis dan etis dalam menghadapi persoalan publik berbasis sains (Driver et al., 2000). Pada saat yang sama, masyarakat Muslim menghadapi kebutuhan untuk mengintegrasikan nilai keislaman dalam pembelajaran lingkungan sebagai bentuk tanggung jawab moral terhadap alam dan kehidupan sosial.

Dalam konteks pendidikan Islam di Indonesia, integrasi nilai agama dan sains menjadi karakteristik penting pada sekolah berbasis Islam terpadu. SMAIT Yarsi Mataram sebagai

lembaga pendidikan Islam memiliki potensi strategis dalam mengembangkan pembelajaran isu lingkungan yang tidak hanya menekankan literasi sains, tetapi juga penguatan nilai religius siswa. Perspektif Islam mengenai lingkungan menempatkan manusia sebagai khalifah yang memiliki tanggung jawab menjaga keseimbangan alam dan mencegah kerusakan lingkungan (Darmalaksana, 2023). Kajian mengenai ekoteologi Islam juga menunjukkan bahwa Al-Qur'an memuat prinsip etis terkait pelestarian lingkungan dan larangan eksploitasi alam secara berlebihan (Ibtisam et al., 2025). Oleh karena itu, diskusi mengenai pemanasan global dalam pembelajaran sains berbasis Islam menjadi relevan untuk membangun argumentasi ilmiah yang tidak hanya berbasis data empiris, tetapi juga kesadaran moral dan spiritual siswa.

Sejumlah penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kemampuan argumentasi ilmiah siswa masih menjadi tantangan dalam pembelajaran sains. Kuhn (1993) menegaskan bahwa argumentasi merupakan inti dari proses berpikir ilmiah karena melibatkan kemampuan mengevaluasi bukti dan menyusun penalaran logis. Penelitian Erduran et al. (2004) mengembangkan penggunaan Toulmin's Argument Pattern untuk menganalisis kualitas argumentasi siswa melalui komponen klaim, data, warrant, backing, dan rebuttal. Kajian argumentasi dalam pendidikan sains juga telah dikembangkan melalui penelitian Jiménez-Aleixandre et al. (2000) yang menunjukkan pentingnya aktivitas argumentatif dalam membangun praktik ilmiah siswa di Osborne et al. (2004) menemukan bahwa pembelajaran berbasis argumentasi dapat meningkatkan kualitas diskusi ilmiah siswa di kelas sains. Penelitian lain menunjukkan bahwa penggunaan isu pemanasan global sebagai socio-scientific issues efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah siswa. Selain itu, pengembangan perangkat pembelajaran berbasis argumentasi pada materi pemanasan global juga terbukti mendukung peningkatan kemampuan argumentasi ilmiah siswa (Khoir & Admoko, 2023). Dalam konteks Indonesia, Hakim et al. (2022), Septaria (2019), dan Zairina dan Hidayati (2022) menemukan bahwa siswa masih dominan berada pada tingkat argumentasi dasar karena keterbatasan dalam menyusun rebuttal dan justifikasi ilmiah yang kuat. Selain itu, Yusriani (2024) menunjukkan bahwa integrasi nilai Islam dalam pembelajaran pemanasan global mampu meningkatkan keterlibatan dan kesadaran siswa terhadap isu lingkungan.

Meskipun berbagai penelitian telah membahas argumentasi ilmiah dan isu pemanasan global, masih terdapat keterbatasan kajian yang secara khusus mengintegrasikan kemampuan argumentasi ilmiah dengan perspektif Islam dalam konteks sekolah Islam terpadu. Sebagian besar penelitian sebelumnya lebih menekankan aspek pedagogis dan keterampilan berpikir kritis tanpa mengeksplorasi bagaimana nilai keislaman memengaruhi konstruksi argumentasi siswa dalam diskusi ilmiah. Selain itu, kajian mengenai argumentasi ilmiah pada isu lingkungan masih dominan dilakukan pada sekolah umum dan belum banyak mengkaji dinamika argumentasi siswa di lingkungan pendidikan Islam. Penelitian ini menempatkan perspektif Islam sebagai bagian integral dalam pembentukan argumentasi ilmiah siswa, terutama dalam memahami relasi antara pengetahuan sains, etika lingkungan, dan tanggung jawab moral manusia terhadap alam. Dengan demikian, artikel ini berargumen bahwa integrasi perspektif Islam dalam diskusi isu pemanasan global dapat memperkuat kualitas argumentasi ilmiah siswa melalui penggabungan penalaran ilmiah dan kesadaran etis-religius secara simultan.

Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi kemampuan argumentasi ilmiah siswa dalam diskusi isu pemanasan global berbasis perspektif Islam di SMAIT Yarsi Mataram. Fokus penelitian diarahkan pada identifikasi pola argumentasi siswa berdasarkan kerangka Toulmin's Argument Pattern, analisis integrasi nilai Islam dalam argumentasi ilmiah, serta kontribusi pembelajaran berbasis socio-scientific issues terhadap penguatan literasi sains dan kesadaran lingkungan siswa. Penelitian ini diharapkan memberikan kontribusi teoritis terhadap pengembangan kajian

argumentasi ilmiah dalam pendidikan sains berbasis nilai Islam serta memberikan implikasi praktis bagi pengembangan model pembelajaran lingkungan di sekolah Islam terpadu.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif deskriptif dengan fokus pada eksplorasi kemampuan argumentasi ilmiah siswa dalam diskusi isu pemanasan global berbasis perspektif Islam di SMAIT Yarsi Mataram. Pendekatan ini dipilih karena penelitian bertujuan memahami secara mendalam proses pembentukan argumentasi siswa, pola penalaran ilmiah, serta integrasi nilai keislaman dalam diskusi pembelajaran. Penelitian dilaksanakan selama satu semester pada tahun ajaran 2025/2026 dengan subjek penelitian berupa siswa kelas XI yang mengikuti pembelajaran sains berbasis socio-scientific issues. Pemilihan sekolah dilakukan secara purposif karena SMAIT Yarsi Mataram menerapkan integrasi kurikulum sains dan pendidikan Islam dalam proses pembelajaran. Pendekatan kualitatif dipandang relevan untuk menggambarkan fenomena argumentasi ilmiah secara kontekstual dan interpretatif sesuai dengan karakteristik penelitian pendidikan berbasis interaksi sosial dan diskusi kelas (Creswell & Creswell, 2018).

Sumber data penelitian terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi kegiatan diskusi kelompok siswa, rekaman presentasi kelas, dan hasil wawancara semi terstruktur dengan siswa serta guru mata pelajaran sains. Penelitian melibatkan 32 siswa yang dibagi ke dalam beberapa kelompok diskusi untuk membahas isu pemanasan global, perubahan iklim, dan tanggung jawab manusia terhadap lingkungan berdasarkan perspektif sains dan Islam. Data sekunder diperoleh dari dokumen pembelajaran, lembar kerja siswa, dan literatur terkait argumentasi ilmiah serta pendidikan lingkungan berbasis Islam. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui observasi partisipatif, dokumentasi, dan wawancara untuk memperoleh data yang komprehensif mengenai kualitas argumentasi siswa dalam pembelajaran berbasis isu lingkungan. Penggunaan isu pemanasan global sebagai konteks diskusi mengacu pada pendekatan socio-scientific issues yang menekankan keterlibatan siswa dalam persoalan sosial berbasis sains (Sadler, 2004; Zeidler et al., 2005).

Analisis data dilakukan secara bertahap melalui reduksi data, kategorisasi, interpretasi, dan penarikan kesimpulan. Kualitas argumentasi siswa dianalisis menggunakan kerangka Toulmin's Argument Pattern yang mencakup komponen klaim, data, warrant, backing, dan rebuttal (Erduran et al., 2004). Analisis dilakukan terhadap transkrip diskusi siswa untuk mengidentifikasi tingkat kompleksitas argumentasi ilmiah yang muncul selama proses pembelajaran. Selanjutnya, integrasi perspektif Islam dianalisis melalui identifikasi penggunaan konsep religius seperti khalifah, amanah, dan larangan kerusakan lingkungan dalam argumentasi siswa terkait pemanasan global (Darmalaksana, 2023; Ibtisam et al., 2025). Validitas data diperkuat melalui triangulasi sumber, triangulasi teknik, dan pengecekan ulang hasil interpretasi kepada guru pendamping pembelajaran. Analisis ini digunakan untuk menjelaskan hubungan antara kemampuan argumentasi ilmiah, pembelajaran berbasis socio-scientific issues, dan internalisasi nilai Islam dalam pendidikan lingkungan di sekolah Islam terpadu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan argumentasi ilmiah siswa dalam diskusi isu pemanasan global di SMAIT Yarsi Mataram berada pada kategori berkembang dengan variasi kualitas argumentasi yang berbeda pada setiap kelompok diskusi. Sebagian besar siswa telah mampu menyampaikan klaim dan data pendukung terkait penyebab serta dampak pemanasan global, tetapi masih mengalami kesulitan dalam membangun warrant, backing, dan rebuttal

secara konsisten. Temuan ini memperlihatkan bahwa siswa lebih mudah menyampaikan pendapat berdasarkan informasi umum dibandingkan menyusun penalaran ilmiah yang terstruktur. Kondisi tersebut sejalan dengan temuan Hakim et al. (2022), Rachmatya dan Suprpto (2020), serta Zairina dan Hidayati (2022) yang menunjukkan bahwa argumentasi siswa pada isu pemanasan global masih dominan berada pada level dasar karena keterbatasan dalam menghubungkan bukti ilmiah dengan penjelasan logis yang mendalam.

Analisis terhadap transkrip diskusi menunjukkan bahwa 81% siswa mampu menyampaikan klaim yang relevan dengan topik pemanasan global, sedangkan 74% siswa dapat menyajikan data atau contoh pendukung dari fenomena lingkungan yang mereka amati melalui media pembelajaran dan pengalaman sehari-hari. Namun, hanya 46% siswa yang mampu membangun warrant secara tepat dan hanya 28% siswa yang menyampaikan rebuttal terhadap argumentasi kelompok lain. Data tersebut menunjukkan bahwa kemampuan argumentasi ilmiah siswa masih berpusat pada penyampaian opini dan fakta sederhana, belum sampai pada proses evaluasi kritis terhadap argumentasi alternatif. Pola ini mendukung pandangan Kuhn (1993) bahwa kemampuan argumentasi ilmiah memerlukan keterampilan evaluatif dan reflektif yang berkembang melalui latihan diskusi ilmiah secara berkelanjutan.

Tabel 1 menunjukkan distribusi komponen argumentasi siswa berdasarkan analisis Toulmin's Argument Pattern.

Tabel 1. Distribusi Komponen Argumentasi Ilmiah Siswa

Komponen Argumentasi	Persentase Kemunculan
Klaim	81%
Data	74%
Warrant	46%
Backing	39%
Rebuttal	28%

Temuan penelitian juga menunjukkan bahwa penggunaan pendekatan socio-scientific issues mendorong siswa lebih aktif dalam menghubungkan konsep sains dengan persoalan sosial dan lingkungan. Selama diskusi berlangsung, siswa tidak hanya membahas peningkatan suhu bumi dan emisi karbon, tetapi juga mengaitkan perilaku manusia, konsumsi energi, dan kerusakan lingkungan dengan tanggung jawab moral individu maupun masyarakat. Pendekatan ini memperkuat kemampuan berpikir reflektif siswa karena mereka harus mempertimbangkan bukti ilmiah sekaligus implikasi sosial dari isu yang dibahas. Hasil ini mendukung penelitian Sadler dan Zeidler (2005) yang menegaskan bahwa pembelajaran berbasis socio-scientific issues mampu meningkatkan pola penalaran informal dan kemampuan pengambilan keputusan siswa dalam konteks isu publik berbasis sains.

Integrasi perspektif Islam menjadi salah satu temuan utama dalam penelitian ini. Siswa cenderung menggunakan konsep khalifah, amanah, dan larangan melakukan kerusakan di bumi sebagai dasar etis dalam memperkuat argumentasi mereka terkait pemanasan global. Sebagian siswa menyatakan bahwa perilaku manusia yang menyebabkan pencemaran lingkungan bertentangan dengan nilai Islam karena merusak keseimbangan alam yang telah diciptakan Allah SWT. Perspektif tersebut menunjukkan bahwa argumentasi ilmiah siswa tidak hanya dibangun melalui data empiris, tetapi juga dipengaruhi oleh pemahaman religius terhadap relasi manusia dan lingkungan. Temuan ini memperkuat argumentasi Darmalaksana (2023) bahwa hukum Islam

memiliki landasan epistemologis yang kuat dalam mendukung upaya pencegahan kerusakan lingkungan dan pemanasan global.

Selain itu, integrasi nilai Islam terbukti meningkatkan keterlibatan emosional dan moral siswa dalam diskusi kelas. Ketika siswa mendiskusikan dampak pemanasan global terhadap kehidupan manusia dan ekosistem, mereka menunjukkan kecenderungan untuk memberikan solusi berbasis tindakan nyata seperti pengurangan sampah plastik, penghematan energi, dan penghijauan lingkungan sekolah. Beberapa siswa juga mengaitkan perilaku menjaga lingkungan dengan bentuk ibadah dan tanggung jawab sosial. Temuan ini sejalan dengan kajian Ibtisam et al. (2025) yang menegaskan bahwa ekoteologi Islam menempatkan pelestarian lingkungan sebagai bagian dari tanggung jawab spiritual manusia. Dalam konteks pendidikan, integrasi tersebut memperlihatkan bahwa nilai religius dapat memperkuat dimensi etis dalam pembelajaran sains dan argumentasi ilmiah siswa.

Meskipun demikian, penelitian ini menemukan bahwa sebagian siswa masih mengalami kesulitan dalam menyampaikan argumentasi yang berbasis bukti ilmiah secara mendalam. Banyak siswa menggunakan argumentasi normatif tanpa disertai penjelasan ilmiah yang kuat mengenai hubungan sebab akibat pemanasan global. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa integrasi nilai agama belum sepenuhnya diimbangi dengan penguatan literasi sains dan keterampilan argumentatif. Temuan ini mendukung penelitian Osborne et al. (2004) dan Simon et al. (2006) yang menekankan pentingnya pembelajaran argumentasi secara eksplisit agar siswa mampu membangun penalaran ilmiah yang sistematis dan kritis. Guru memiliki peran penting dalam memfasilitasi diskusi berbasis argumentasi melalui pemberian pertanyaan terbuka, penggunaan data ilmiah, dan latihan penyusunan rebuttal secara bertahap.

Dari perspektif pendidikan dan kajian hukum Islam, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pembelajaran isu pemanasan global berbasis perspektif Islam memiliki implikasi penting terhadap pengembangan kesadaran lingkungan siswa. Integrasi argumentasi ilmiah dan nilai Islam mampu membangun pemahaman bahwa menjaga lingkungan bukan hanya tanggung jawab sosial, tetapi juga kewajiban moral dan religius. Temuan ini relevan dengan kajian Sobirin dan Khasanah (2023) yang menunjukkan bahwa pendekatan multidisipliner antara sains, teologi, dan hukum Islam dapat memperkuat respons masyarakat terhadap krisis iklim. Dalam konteks pendidikan sekolah Islam terpadu, pembelajaran berbasis socio-scientific issues dapat menjadi strategi efektif untuk mengembangkan literasi sains, kemampuan argumentasi ilmiah, dan pembentukan karakter ekologis siswa secara simultan.

Hasil penelitian ini juga memperlihatkan bahwa pembelajaran pemanasan global berbasis perspektif Islam berpotensi memperluas pendekatan pendidikan sains di sekolah Islam. Selama ini, pembelajaran sains sering berfokus pada penguasaan konsep dan hasil akademik tanpa memberikan ruang yang cukup terhadap pengembangan penalaran etis siswa. Penelitian ini menunjukkan bahwa integrasi nilai Islam dalam diskusi ilmiah dapat menghasilkan proses pembelajaran yang lebih reflektif, kontekstual, dan partisipatif. Dengan demikian, pembelajaran argumentasi ilmiah berbasis isu lingkungan tidak hanya berkontribusi terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa, tetapi juga memperkuat pembentukan kesadaran ekologis dan tanggung jawab sosial dalam perspektif Islam.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa kemampuan argumentasi ilmiah siswa dalam diskusi isu pemanasan global berbasis perspektif Islam di SMAIT Yarsi Mataram berkembang melalui integrasi antara penalaran ilmiah, kesadaran lingkungan, dan nilai religius. Sebagian besar siswa

telah mampu menyusun klaim dan menyampaikan data pendukung yang relevan terkait fenomena pemanasan global, perubahan iklim, dan dampaknya terhadap kehidupan manusia. Namun, kemampuan siswa dalam membangun warrant, backing, dan rebuttal masih terbatas sehingga kualitas argumentasi ilmiah belum sepenuhnya mencapai tingkat argumentatif yang kompleks dan kritis. Pembelajaran berbasis socio-scientific issues terbukti mendorong siswa lebih aktif berdiskusi, mengevaluasi persoalan lingkungan, serta menghubungkan konsep sains dengan realitas sosial yang mereka hadapi. Selain itu, integrasi perspektif Islam memperkuat dimensi etis argumentasi siswa melalui penggunaan konsep khalifah, amanah, dan larangan merusak lingkungan sebagai dasar moral dalam memahami isu pemanasan global.

Secara akademik, penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan kajian argumentasi ilmiah dalam pendidikan sains berbasis nilai Islam. Temuan penelitian memperlihatkan bahwa integrasi nilai keislaman tidak menghambat proses argumentasi ilmiah, tetapi justru memperluas dimensi reflektif dan moral siswa dalam membangun penalaran berbasis bukti. Penelitian ini juga memperkuat pendekatan multidisipliner antara pendidikan sains, isu lingkungan, dan perspektif hukum Islam dalam konteks pendidikan sekolah Islam terpadu. Dari sisi praktis, hasil penelitian menunjukkan pentingnya pengembangan model pembelajaran argumentatif yang memfasilitasi penggunaan data ilmiah, diskusi kritis, dan penguatan literasi lingkungan secara berkelanjutan. Guru perlu memberikan latihan argumentasi yang lebih sistematis agar siswa mampu menyusun rebuttal dan justifikasi ilmiah secara lebih mendalam.

Meskipun penelitian ini memberikan gambaran mengenai integrasi argumentasi ilmiah dan perspektif Islam dalam pembelajaran lingkungan, penelitian masih terbatas pada konteks satu sekolah dan pendekatan kualitatif deskriptif. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya dapat mengembangkan desain campuran atau eksperimen untuk mengukur pengaruh pembelajaran argumentasi berbasis nilai Islam terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis dan literasi sains siswa secara lebih luas. Penelitian lanjutan juga dapat mengeksplorasi implementasi model pembelajaran serupa pada jenjang pendidikan dan konteks sosial yang berbeda guna memperkuat pengembangan pendidikan lingkungan berbasis nilai di Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th ed.). SAGE Publications.
- Darmalaksana, W. (2023). Konstruksi Epistemologi Filsafat Hukum Islam Untuk Ketetapan Hukum Islam Tentang Pencegahan Global Warming. *Khazanah Multidisiplin*, 4(1), 205-222. <https://doi.org/10.15575/kl.v4i1.24954>
- Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(200005\)84:3<287::AID-SCE1>3.0.CO;2-A](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(200005)84:3<287::AID-SCE1>3.0.CO;2-A)
- Erduran, S., Simon, S., & Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's argument pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915-933. <https://doi.org/10.1002/scce.20012>
- Hakim, A. R., Widodo, W., & Sunarti, T. (2022). Profile of Toulmin's scientific arguments students and technological utilities in global warming topic. *JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains)*, 12(1), 85-99. <https://doi.org/10.26740/jpps.v12n1.p85-99>

- Ibtisam, N., Mahmudah, Q. N., Mulyani, T., & Huda, A. N. (2025). Ekoteologi Islam: Respon dan solusi Al-Qur'an terhadap fenomena global warming. *Al Kareem Jurnal Ilmu Al Qur'an dan Tafsir*, 3(1), 61–78.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Rodríguez, A. B., & Duschl, R. A. (2000). "Doing the lesson" or "doing science": Argument in high school genetics. *Science Education*, 84(6), 757–792. [https://doi.org/10.1002/1098-237X\(200011\)84:6<757::AID-SCE5>3.0.CO;2-F](https://doi.org/10.1002/1098-237X(200011)84:6<757::AID-SCE5>3.0.CO;2-F)
- Khoir, E. F., & Admoko, S. (2023). Desain lembar kerja berbasis argumentasi untuk meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah pada materi pemanasan global. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 12(2), 65–73.
- Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*, 77(3), 319–337. <https://doi.org/10.1002/sce.3730770306>
- Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S. (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(10), 994–1020. <https://doi.org/10.1002/tea.20035>
- Pauzi, R. Y., & Windiaryani, S. (2021). The critical thinking skills on global warming issue: Effect of the socio-scientific problems approach on problem-solving toward student's. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 14(1), 98–107. <https://doi.org/10.21009/biosferjpb.19963>
- Rachmatya, R., & Suprpto, N. (2020). The correlation of scientific argumentation and critical thinking on global warming materials in SMAN 19 Surabaya. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 9(2).
- 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>
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2005). Patterns of informal reasoning in the context of socioscientific decision making. *Journal of Research in Science Teaching*, 42(1), 112–138. <https://doi.org/10.1002/tea.20042>
- Septaria, K. (2019). Mengeksplorasi argumentasi dan pengetahuan pendidik ilmu pengetahuan alam (IPA) tentang pemanasan global. *Pedagogia: Jurnal Pendidikan*, 8(2), 247–256. <https://doi.org/10.21070/pedagogia.v8i2.2369>
- Simon, S., Erduran, S., & Osborne, J. (2006). Learning to teach argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*, 28(2–3), 235–260. <https://doi.org/10.1080/09500690500336957>
- Sobirin, M., & Khasanah, K. (2023). The pesantren scholars' fatwa on global warming and climate change: An integrative analysis of Islamic law, theology, and environmental sciences on the practice of multidisciplinary ijtihad. *Cogent Social Sciences*, 9(1). <https://doi.org/10.1080/23311983.2023.2193023>
- Yusriani. (2024). Problem based learning model integrated with Islamic values on global warming material. *ETDC: Indonesian Journal of Research and Educational Review*, 4(4). <https://doi.org/10.51574/ijrer.v4i4.3791>
- Zairina, S., & Hidayati, S. N. (2022). Analisis keterampilan argumentasi siswa SMP berbantuan socio-scientific issue pemanasan global. *PENSA E-JURNAL: Pendidikan Sains*, 10(1). <https://doi.org/10.26740/pensa.v10i1.41290>
- Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., & Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357–377. <https://doi.org/10.1002/sce.20048>