

## Analisis Kemampuan Argumentasi Ilmiah Peserta Didik Menggunakan Pola Toulmin Pada Materi Perubahan Lingkungan Di SMA/MA

Shakila Melody Hapid<sup>1\*</sup>, Helendra<sup>2</sup>

Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Padang<sup>1,2</sup>

\*Alamat Korespondensi: [Shakilamelodyhapid@gmail.com](mailto:Shakilamelodyhapid@gmail.com)

### Artikel info

Accepted : June 13<sup>rd</sup> 2025  
Approved : June 30<sup>th</sup> 2025  
Published : July 11<sup>st</sup> 2025

### Kata kunci:

Argumentasi Ilmiah, Pola Toulmin, Biologi, Perubahan Lingkungan

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik pada materi perubahan lingkungan menggunakan pola Toulmin. Materi perubahan lingkungan dipilih karena relevansinya dengan isu-isu kontemporer dan kompleksitasnya yang membutuhkan argumentasi kuat. Subjek penelitian ini adalah peserta didik kelas X Fase E di SMAN 1 Koto XI Tarusan sebanyak 76 Peserta didik yang ditentukan dengan *Random Sampling*. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan yang menggabungkan data kuantitatif dan kualitatif. Instrumen penelitian berupa 7 butir soal esai kemampuan argumentasi dan wawancara peserta didik. Data dianalisis menggunakan rubrik yang didasarkan pada komponen pola Toulmin: *claim, data, warrant, backing dan rebuttal*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 76% peserta didik memiliki kemampuan argumentasi ilmiah kategori lemah, 17% peserta didik termasuk kategori cukup, 7% lainnya termasuk kategori kuat. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran komprehensif mengenai tingkat kemampuan argumentasi peserta didik serta mengidentifikasi komponen pola Toulmin yang menjadi kekuatan atau kelemahan dalam argumentasi mereka. Implikasi dari penelitian ini adalah pengembangan strategi pembelajaran yang lebih efektif untuk meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik, khususnya dalam konteks isu-isu lingkungan.

### ABSTRACT

### Keywords:

Scientific Argumentation, Toulmin Model, Biology, Environmental Changes

*This study aims to analyze students' scientific argumentation skills in the context of environmental change using Toulmin's Argument Pattern. The topic of environmental change was selected due to its contemporary relevance and inherent complexity, which necessitates robust argumentation. The participants consisted of 76 Phase E (10th grade) students at SMAN 1 Koto XI Tarusan, selected through random sampling. A qualitative descriptive design was employed, with data collected through seven argumentative essay questions and student interviews. The responses were assessed using a rubric based on Toulmin's components: claim, data, warrant, backing, and rebuttal. The findings revealed that 76% of students exhibited weak argumentation skills, 17% demonstrated moderate proficiency, and only 7% performed at a strong level. The study provides a comprehensive overview of students' argumentation abilities and identifies strengths and weaknesses in their application of Toulmin's framework. The implications of this research highlight the need for developing more effective instructional strategies to enhance students' scientific argumentation skills, particularly in addressing environmental issues.*

<https://jurnal.iainambon.ac.id/index.php/JTI/index>

**How to Cite:** Hapid, SM, Helendra, MR. (2025). Analisis Kemampuan Argumentasi Ilmiah Peserta Didik Menggunakan Pola Toulmin Pada Materi Perubahan Lingkungan Di SMA/MA. *Al-Alam: Islamic Natural Science Education Journal*, 4(2) 46-55. DOI: <https://doi.org/10.33477/al-alam.v4i2.10287>

## PENDAHULUAN

Pada era globalisasi dan revolusi industri 4.0, keterampilan abad ke-21 menjadi fokus utama dalam dunia pendidikan. Keterampilan ini meliputi kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan komunikasi, yang dirancang untuk mempersiapkan peserta didik menghadapi tantangan masa depan (Fakhri, 2023). Salah satu keterampilan yang perlu dikembangkan adalah kemampuan berpikir kritis. Keterampilan ini bersifat fundamental dan harus dikuasai oleh peserta didik. Indikator yang menunjukkan bahwa peserta didik memiliki kemampuan berpikir kritis adalah kemampuan untuk menganalisis, memahami, dan berargumentasi secara ilmiah dalam proses pembelajaran (Zairina & Hidayati, 2022). Proses berpikir kritis juga melibatkan langkah-langkah yang merupakan bagian dari argumentasi, seperti mengevaluasi sumber, mengidentifikasi alasan, dan mengembangkan argumen (Roviati & Widodo 2019).

Argumentasi yang dimaksud dalam penelitian ini adalah argumentasi ilmiah. Menurut Anila dkk (2015) argumentasi ilmiah adalah kemampuan untuk mengungkapkan pendapat yang didukung oleh fakta-fakta yang relevan, melalui proses argumentasi, peserta didik dilatih untuk merumuskan hipotesis, menganalisis data, dan menarik kesimpulan yang didukung bukti. Sedangkan menurut Arfiany dkk (2021) argumentasi ilmiah didefinisikan sebagai suatu kegiatan yang melibatkan penalaran untuk membuat atau menanggapi suatu *claim* yang didukung dengan bukti atau fakta ilmiah serta alasan yang menghubungkan bukti dengan klaim. Argumentasi ilmiah tidak hanya berfungsi untuk menyampaikan pendapat, tetapi juga sebagai alat untuk membangun pengetahuan berdasarkan bukti yang kuat.

Pendidikan sains modern tidak hanya menekankan pada penguasaan konsep, tetapi juga pada pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi, salah satunya adalah kemampuan argumentasi ilmiah (McNeill & Krajcik, 2011). Argumentasi ilmiah melibatkan proses penyajian klaim, dukungan bukti, dan penalaran yang logis untuk meyakinkan pihak lain tentang validitas suatu gagasan atau solusi (Erduran et al., 2004). Dalam konteks pembelajaran sains, kemampuan ini krusial untuk membantu peserta didik memahami fenomena alam secara mendalam, mengevaluasi informasi, dan berpartisipasi dalam diskusi ilmiah (Taber & Akpan 2016: 26).

Materi perubahan lingkungan pada mata pelajaran biologi kelas X SMA adalah salah satu materi yang harus dipahami oleh peserta didik, melalui materi ini peserta didik dapat memahami perubahan lingkungan yang kondisinya sudah sangat mengkhawatirkan seperti meningkatnya pemanasan global, pencemaran air, udara, tanah, banjir, longsor dan bencana alam lainnya yang diakibatkan aktivitas manusia (Aqil dkk, 2022). Perubahan lingkungan adalah transformasi yang terjadi pada beragam komponen lingkungan, seperti udara, air, tanah, serta keanekaragaman hayati. Ini bisa disebabkan oleh faktor alami, seperti perubahan iklim dan aktivitas geologis, atau bisa juga karena campur tangan manusia, seperti polusi industri dan deforestasi. Dampaknya bisa sangat luas, mempengaruhi ekosistem, cuaca, kesehatan manusia, dan keberlanjutan planet kita secara keseluruhan (Mardin dkk, 2024: 1). Isu-isu seperti pemanasan global, pencemaran, dan kehilangan keanekaragaman hayati tidak hanya memerlukan

pemahaman ilmiah yang kuat, tetapi juga kemampuan untuk menganalisis berbagai sudut pandang dan mengusulkan solusi berbasis bukti. Peserta didik perlu mampu merumuskan argumen yang kokoh mengenai penyebab, dampak, dan mitigasi perubahan lingkungan, berdasarkan data dan prinsip ilmiah yang valid (Astutik, 2019).

Pola Argumentasi Toulmin (Toulmin's Argument Pattern) adalah kerangka kerja yang sering dipakai untuk menganalisis struktur dan kualitas argumentasi, seperti yang dijelaskan oleh Erduran dkk (2004). Kerangka ini membagi argumentasi menjadi lima komponen utama: Klaim (*Claim*) sebagai pernyataan atau posisi yang diajukan; *Data* (Data/Bukti) yang merupakan fakta atau informasi pendukung klaim; Jaminan (*Warrant*), yaitu penalaran atau prinsip yang menghubungkan data dengan klaim; Dukungan (*Backing*) yang menjadi bukti atau dasar dari jaminan; dan Sanggahan (*Rebuttal*), yaitu kondisi atau pengecualian di mana klaim tidak berlaku. Dalam konteks pembelajaran sains, khususnya materi perubahan lingkungan, penerapan pola Toulmin sangat penting untuk mengidentifikasi sejauh mana peserta didik mampu menyusun argumen yang tidak hanya berupa klaim, tetapi juga didukung oleh data yang valid dan penalaran yang kuat. Dengan demikian, pola ini membantu guru dan peneliti dalam mengevaluasi kualitas argumentasi ilmiah peserta didik serta mengembangkan strategi pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan argumentasi mereka (Suartha, 2020).

Dengan menerapkan pola Toulmin ini, penelitian ini berupaya mengidentifikasi kekuatan serta kelemahan dalam argumentasi peserta didik SMA/MA mengenai materi perubahan lingkungan. Selain itu, penggunaan pola Toulmin juga memungkinkan pengungkapan komponen argumentasi yang sering kali tersirat dalam jawaban peserta didik, sehingga analisis menjadi lebih mendalam dan komprehensif. Hal ini penting untuk mengidentifikasi aspek mana dalam argumentasi yang perlu diperkuat, seperti penambahan data pendukung atau penguatan jaminan agar argumen menjadi lebih meyakinkan (Arifin dkk, 2023). Diharapkan, hasil dari penelitian ini akan menjadi landasan untuk mengembangkan strategi pembelajaran yang lebih efektif guna meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik.

## **METODE**

### **Jenis Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan yang menggabungkan data kuantitatif dan kualitatif.

### **Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2024/2025 bulan Maret - Mei 2025 di SMAN 1 Koto XI Tarusan.

### **Populasi dan Sampel**

Subjek penelitian ini adalah 76 peserta didik kelas X Fase E di SMAN 1 Koto XI Tarusan yang ditentukan sebagai sampel menggunakan teknik *Random Sampling*.

### **Prosedur Penelitian**

Prosedur penelitian diawali dengan wawancara kepada guru mata pelajaran Biologi di SMAN 1 Koto XI Tarusan, wawancara ini bertujuan untuk mengidentifikasi model pembelajaran apa saja yang sudah pernah diterapkan serta mengetahui apakah

guru sudah pernah melakukan penilaian terhadap kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik sebelumnya. Berdasarkan hasil wawancara dan pengamatan awal, peneliti kemudian membuat instrumen penelitian berupa 7 butir soal esai untuk mengukur kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik. Instrumen yang telah dibuat selanjutnya divalidasi oleh para ahli yang relevan dengan bidang pendidikan sains dan argumentasi ilmiah, untuk memastikan kelayakan dan kesesuaian instrumen. Setelah instrumen dinyatakan valid, barulah instrumen tersebut diujicobakan kepada peserta didik untuk menilai kemampuan argumentasi ilmiah mereka pada materi perubahan lingkungan. Hasil ujicoba ini kemudian dianalisis menggunakan rubrik Pola Argumentasi Toulmin (TAP) yang dikembangkan oleh Erduran dkk (2004), dengan fokus pada komponen *claim*, *data*, *warrant*, *backing*, dan *rebuttal*, untuk mengidentifikasi tingkat dan struktur argumentasi peserta didik.

### Teknik Analisis Data

Kemampuan argumentasi peserta didik diukur berdasarkan rubrik penilaian pola argumentasi Toulmin yang dikembangkan oleh Erduran (2004) yang telah sesuai dengan karakter peserta didik. Sehingga rubrik ini dapat digunakan sebagai acuan dalam penilaian kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik. Rubrik dan pedoman interpretasi skor penilaian kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik disajikan pada tabel di bawah ini.

Tabel 1. Kerangka Analitik Menilai Kemampuan Argumentasi Ilmiah

Sub Indikator	Indikator	Kriteria	Skor
<b>Claim</b>	<i>Claim</i>	Argumentasi terdiri atas <i>Claim</i> , atau mengajukan pendapat tanpa ada fakta pendukung	1
<b>Data</b>	<i>Claim, dan Data</i>	Argumentasi terdiri atas <i>claim</i> atau mengajukan pendapat yang disertai dengan <i>data</i> pendukung	2
<b>Warrant</b>	<i>Claim, Data dan Warrant</i>	Argumentasi terdiri atas <i>claim</i> atau mengajukan pendapat yang disertai dengan <i>data</i> pendukung, dan <i>warrant</i> (penghubung antara <i>claim</i> dan <i>data</i> )	3
<b>Backing</b>	<i>Claim, Data, Warrant dan Backing</i>	Argumentasi terdiri atas <i>claim</i> atau mengajukan pendapat yang disertai dengan <i>data</i> pendukung, <i>warrant</i> (penghubung antara <i>claim</i> dan <i>data</i> ), dan <i>backing</i> (pendukung <i>warrant</i> )	4
<b>Rebuttal</b>	<i>Claim, Data, Warrant backing dan Rebuttal</i>	Argumentasi terdiri dari <i>claim</i> atau mengajukan pendapat yang disertai dengan data pendukung, <i>warrant</i> (penghubung antara <i>claim</i> dan <i>data</i> ), <i>backing</i> (pendukung <i>warrant</i> ), dan <i>rebuttal</i> (kesimpulan dan sanggahan).	5

Tabel 2. Pedoman Interpretasi Skor

Klasifikasi Nilai	Kualifikasi
0% -19%	Sangat Lemah
20 - 39%	Lemah
40 - 59%	Cukup
60 - 70%	Kuat
80%-100%	Sangat Kuat

### HASIL DAN PEMBAHASAN

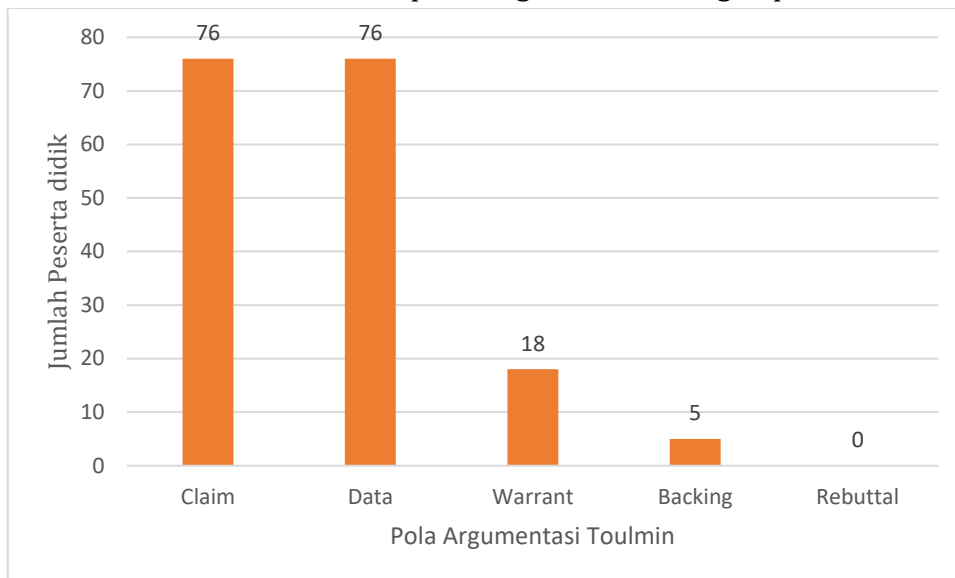
Berdasarkan analisis data kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik Kelas X SMAN 1 Koto XI Tarusan, ditemukan bahwa mayoritas peserta didik (76%) berada pada level lemah (skor 20-39%) dalam menyusun argumentasi ilmiah. Hanya 17% peserta didik yang mencapai level cukup (skor 40-59%) dan 7% pada level kuat (skor 60-79%). Tidak ada peserta didik yang mencapai level sangat lemah (0-19%) maupun sangat kuat (80-100%). Temuan ini mengindikasikan bahwa sebagian besar peserta didik masih mengalami kesulitan dalam membangun argumentasi ilmiah yang memadai, khususnya dalam hal penyusunan klaim, pengumpulan bukti pendukung, dan penyajian penalaran yang logis.

Tabel 3. Data Kemampuan Argumentasi Ilmiah Peserta Didik Kelas X Fase E di SMAN 1 Koto XI Tarusan

Interpretasi skor	Level Skor	Frekuensi	Persentase (%)	Kualifikasi
0% - 19%	1	0	0	Sangat Lemah
20% - 39%	2	58	76	Lemah
40% - 59%	3	13	17	Cukup
60% - 79%	4	5	7	Kuat
80% - 100%	5	0	0	Sangat Kuat
<b>Jumlah</b>		76	100	

Analisis lebih mendalam terhadap lembar esai peserta didik yang menguji kemampuan argumentasi ilmiah melalui isu-isu lingkungan (deforestasi, polusi air, dan urbanisasi) menunjukkan bahwa soal-soal esai yang diberikan sebenarnya telah memenuhi komponen penilaian argumentasi ilmiah menurut Erduran (2004), yang mencakup komponen *claim*, *data*, *warrant*, *backing*, dan *rebuttal*. Dalam menjawab esai tersebut sebagian besar peserta didik mampu mengidentifikasi masalah utama (klaim) namun seringkali kurang menyertakan bukti pendukung yang memadai dari teks yang disediakan, atau tidak mengembangkan penalaran yang menghubungkan antara bukti dan klaim secara sistematis.

Gambar 1. Distribusi kemampuan argumentasi dengan pola Toulmin



Hasil analisis komponen menunjukkan bahwa meskipun seluruh peserta didik (76 orang) telah mampu menyajikan komponen dasar berupa *Claim* (klaim) dan *Data* (data), kemampuan mereka menurun secara drastis pada komponen yang menuntut penalaran tingkat tinggi. Kemampuan untuk menyusun *Warrant* (jaminan) yang berfungsi sebagai jembatan logis antara data dan klaim hanya dimiliki oleh 18 peserta didik. Jumlah ini menurun lebih jauh lagi pada komponen *Backing* (dukungan), yang merupakan landasan teori untuk memperkuat jaminan, yang hanya dikuasai oleh 5 peserta didik. Lebih lanjut, komponen paling kompleks yang merefleksikan kemampuan berpikir kritis, yaitu *Rebuttal* (sanggahan), tidak mampu disusun oleh satu pun peserta didik. Temuan ini mengindikasikan bahwa argumentasi yang dibangun oleh peserta didik masih bersifat permukaan, terbatas pada penyampaian pendapat dan bukti, namun sangat lemah dalam aspek penalaran logis dan evaluasi kritis terhadap suatu argumen. Kompleksitas materi perubahan lingkungan, yang seringkali melibatkan data interdisipliner juga dapat menjadi tantangan tersendiri bagi peserta didik dalam menyusun argumen yang komprehensif.

Dari hasil yang didapatkan kondisi ini diduga kuat berkorelasi dengan model pembelajaran yang diterapkan sehari-hari. Berdasarkan hasil wawancara dengan guru dan perwakilan peserta didik, diketahui bahwa proses pembelajaran di kelas masih didominasi oleh metode konvensional seperti ceramah dan penugasan (resitasi). Model pembelajaran yang demikian cenderung berpusat pada guru (*teacher-centered*), di mana fokus utama adalah transfer informasi satu arah. Akibatnya, ruang bagi peserta didik untuk terlibat aktif dalam wacana ilmiah, mengajukan sanggahan, mempertahankan pendapat dengan bukti, dan melatih penyusunan argumen secara mandiri menjadi sangat terbatas. Sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh (Farida, 2014) menyatakan bahwa pembelajaran yang berpusat pada guru menyebabkan kemampuan berpikir dan kemampuan berkomunikasi peserta didik kurang terlatih. Selain itu lemahnya kemampuan argumentasi peserta didik bukan hanya persoalan minimnya

paparan dan latihan dalam lingkungan belajar yang kurang mendukung tumbuhnya budaya argumentasi. Kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik seringkali terhambat oleh beberapa faktor. Pertama, kurangnya pemahaman tentang struktur argumentasi ilmiah yang baik (Osborne, 2004) Kedua, kebiasaan berpikir yang masih sederhana dimana peserta didik cenderung langsung menyimpulkan tanpa melalui proses pengujian bukti yang memadai (Windiarti, 2022) Ketiga, metode pembelajaran yang kurang memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk berlatih menyusun argumentasi secara terstruktur (Pitorini, 2020) Dalam konteks penilaian menggunakan rubrik Erduran (2004), ketidakmampuan peserta didik dalam memenuhi komponen bukti dan penalaran secara memadai mengakibatkan skor mereka sebagian besar berada pada level lemah.

Implikasi dari temuan ini adalah perlunya pendekatan pembelajaran yang lebih efektif untuk meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik. Strategi yang berkaitan dengan penerapan model pembelajaran dapat dipertimbangkan, salah satunya yaitu penerapan model pembelajaran berbasis *problem based learning* (PBL). Penelitian sebelumnya oleh Dewina, dkk (2017) menyebutkan bahwa model pembelajaran berbasis masalah ini memiliki pengaruh positif dan signifikan terhadap kemampuan berargumentasi peserta didik. Model PBL telah terbukti secara signifikan meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik. Kajian literatur yang menganalisis 25 artikel ilmiah juga menguatkan temuan ini, di mana 85% artikel melaporkan bahwa PBL efektif dalam mengembangkan keterampilan argumentasi ilmiah, seperti menyusun argumen berbasis data, mengajukan pertanyaan kritis, dan memberikan justifikasi terhadap solusi yang diusulkan. PBL memfasilitasi peserta didik belajar secara aktif melalui eksplorasi masalah yang relevan dengan kehidupan sehari-hari, sehingga meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemecahan masalah mereka (Shalehah dkk, 2025).

Selain itu, penelitian di SMA Negeri 1 Tanjung Mutiara oleh Setiawan dan Fadilah (2023) menegaskan bahwa penerapan PBL pada materi perubahan lingkungan mampu meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik secara signifikan. Dalam pembelajaran ini, guru berperan sebagai fasilitator yang mendukung proses investigasi dan kolaborasi peserta didik dalam menyelesaikan masalah yang kompleks dengan argumen yang didukung bukti valid. Penelitian lain oleh Khusnayain dkk. (2013), yang menunjukkan bahwa PBL mengajak peserta didik untuk mengumpulkan informasi dan bukti ilmiah dalam proses pemecahan masalah, sehingga meningkatkan kemampuan berargumentasi dan literasi sains secara keseluruhan. Menurut Wibawa (2017) PBL sangat relevan sebagai solusi karena model ini secara inheren mendorong peserta didik untuk menghadapi masalah nyata yang kompleks, mengidentifikasi informasi yang relevan, menganalisis data, dan menyusun argumen untuk mendukung solusi atau kesimpulan mereka. Dalam konteks materi perubahan lingkungan, PBL dapat membimbing peserta didik untuk secara aktif menyelidiki isu-isu lingkungan, mengumpulkan data (misalnya, dampak deforestasi, data pencemaran), dan kemudian berargumentasi mengenai penyebab serta solusi yang mungkin, sehingga secara langsung melatih komponen *claim*, *data*, dan *warrant* dalam pola Toulmin.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menegaskan pentingnya pengembangan kemampuan argumentasi ilmiah sebagai bagian dari keterampilan abad 21. Dengan kemampuan argumentasi yang baik, peserta didik tidak hanya akan mampu menyelesaikan masalah-masalah akademik tetapi juga siap menghadapi tantangan kompleks di masyarakat dimana kemampuan untuk menyajikan pemikiran secara logis dan berbasis bukti menjadi semakin penting.

## **SIMPULAN DAN SARAN**

### **Simpulan**

Berdasarkan analisis data, dapat disimpulkan bahwa kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik Kelas X Fase E di SMAN 1 Koto XI Tarusan pada materi perubahan lingkungan mayoritas berada pada kategori lemah. Kelemahan ini teridentifikasi pada ketidakmampuan sebagian besar peserta didik dalam menyusun komponen argumen yang memerlukan penalaran tingkat tinggi. Meskipun mampu mengajukan *Claim* dan *Data*, peserta didik menunjukkan kesulitan signifikan dalam merumuskan *Warrant* (jaminan), *Backing* (dukungan), dan terutama *Rebuttal* (sanggahan). Rendahnya kemampuan ini diduga kuat berkorelasi dengan dominasi model pembelajaran konvensional yang berpusat pada guru (*teacher-centered*), yang membatasi ruang bagi peserta didik untuk berlatih membangun argumen secara aktif dan mandiri.

### **Saran**

Berdasarkan temuan penelitian, disarankan bagi para praktisi pendidikan, terutama guru, untuk mulai menerapkan model pembelajaran inovatif yang berpusat pada peserta didik seperti *Problem-Based Learning* (PBL). Model ini sangat relevan untuk membiasakan peserta didik dalam menghadapi masalah, menganalisis data, dan menyusun argumen berbasis bukti, sehingga dapat melatih komponen yang lemah secara terintegrasi. Selanjutnya, bagi peneliti berikutnya, disarankan untuk melakukan penelitian eksperimental guna menguji efektivitas penerapan model tersebut secara spesifik terhadap peningkatan komponen argumentasi yang terbukti paling sulit dikuasai peserta didik, yaitu *Warrant*, *Backing*, dan *Rebuttal*.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- Anila, R. B., Masruri, R., Irawati, F., Kurniawan, H. C., Primandiri, P. R., & Santoso, A. M. (2015). Penerapan Problem Based Learning (PBL) untuk Meningkatkan Motivasi Belajar, Keterampilan Inkuiri, dan Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa SMPN Kediri Pada Materi Perubahan dan Pencemaran Lingkungan. In *Proceedings of the XII Seminar & Workshop Nasional Biologi FKIP UNS (SP-007-8)*. Surakarta: FKIP UNS.
- Aqil, D. I., Indrawati, R., Astra, I. M., & Baga, S. (2022). Analisis kebutuhan e-modul materi perubahan lingkungan sebagai bahan ajar di sman 5 kota depok. *Research and Development Journal Of Education*, 8(2), 889-894.
- Arfiyany, N., Ramlawati, R., & Yunus, S. R. (2021). Pengaruh Model Pembelajaran Argument Driven Inquiry (ADI) terhadap peningkatan keterampilan argumentasi dan hasil belajar ipa. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Sains Indonesia (JPPSI)*, 4(1), 24-35.



- Arifin, M. Z., Sudirman, S., & Rahardi, R. (2023). Struktur Argumentasi Mahasiswa dalam Pembuktian Sifat Ketertutupan Suatu Grup. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 7(3), 2703-2714.
- Astutik, S. (2019). Analisis kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik pada materi perubahan lingkungan di sma negeri 10 Palembang. *Universitas Sriwijaya*.
- Dewina, S., Suganda, O., & Widiantie, R. (2017). Pengaruh model pembelajaran problem based learning (PBL) terhadap kemampuan menganalisis dan keterampilan berargumentasi siswa pada konsep pencemaran lingkungan di kelas X. *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 9(02), 46-54.
- 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.
- Fakhri, A. (2023). Kurikulum merdeka dan pengembangan perangkat pembelajaran: menjawab tantangan sosial dalam meningkatkan keterampilan abad 21. *Proceeding Umsurabaya*.
- Farida, I. (2014). Profil keterampilan argumentasi siswa pada konsep koloid yang dikembangkan melalui pembelajaran inkuiri argumentatif. *Edusains*, 6(1), 31-40.
- Khusnayain, A., Abdurrahman, A., & Suyatna, A. (2013). Pengaruh Skill Argumentasi Menggunakan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Terhadap Literasi Sains Siswa. *Jurnal Pembelajaran Fisika Universitas Lampung*, 1(4), 121205.
- Mardin, H., Usman, N. F., Latjompoh, M., Mangge, A. Z., Lytan, E. O., Zakaria, F., & Tanu, W.R. (2024). *Perubahan lingkungan dan upaya mengatasinya*. Penerbit Tahta Media.
- McNeill, K. L., & Krajcik, J. S. (2011). Supporting Grade 5-8 Students in Constructing Explanations in Science: The Claim, Evidence, and Reasoning Framework for Talk and Writing. *Pearson*.
- 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.
- Pitorini, D. E., Suciati, S., & Ariyanto, J. (2020). Kemampuan argumentasi siswa: Perbandingan model pembelajaran inkuiri terbimbing dan inkuiri terbimbing dipadu dialog Socrates. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 6(1), 26-38.
- Roviati, E., & Widodo, A. (2019). Kontribusi argumentasi ilmiah dalam pengembangan keterampilan berpikir kritis. *Titian Ilmu: Jurnal Ilmiah Multi Sciences*, 11(2), 56-66.
- Setiawan, D., Muhyiatul F. (2023). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Argumentasi Ilmiah Peserta Didik Pada Materi Perubahan Lingkungan Di SMA Negeri 1 Tanjung Mutiara. *Jurnal Bionatural*, 10(2).
- Shalehah, A. M., Nabillah, A., Nisa, W., Annur, S., & Sya'ban, M. F. (2025). Kajian Literatur: Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Hasil Belajar dan Keterampilan Argumentasi IPA. *Hamzanwadi Journal of Science Education*, 3(1), 22-37.
- Suartha, I. N., Setiawan, I. G. A. N., & Sudiatmika, A. A. R. (2020). Pola Argumen Toulmin pada Proses Pembelajaran IPA SMP Negeri 1 Amlapura. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, 4(1), 1-11.
- Taber, K. S., & Akpan, B. (Eds.). (2016). *Science education: An international course companion*. Springer.

- Wibawa, R. A. P. (2017). Penerapan problem based learning pada materi pencemaran lingkungan untuk meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah tertulis siswa kelas X MIPA. *Biogenesis*, 14(2), 29-36.
- Windyarti, A., Kesumawati, N., & Misdalina, M. (2022). Analisis Kemampuan Penalaran Matematis dan Self Confidence Siswa SMP Pada Materi Perbandingan. *JEMS: Jurnal Edukasi Matematika dan Sains*, 10(2), 295-304.
- Zairina, S., & Hidayati, S. N. (2022). Analisis Keterampilan Argumentasi Siswa SMP Berbantuan Socio-Scientific Issue Pemanasan Global. *PENSA: e-Jurnal Pendidikan Sains*, 10(1), 37-43.