

## **PENGARUH MODEL PEMBELAJARAN *ARGUMENT DRIVEN INQUIRY* (ADI) DENGAN PENDEKATAN STEM TERHADAP KETERAMPILAN ARGUMENTASI PADA MATERI CAHAYA DAN ALAT OPTIK**

**Ellin Nurhidayati<sup>1</sup>, Mohammad Masykuri<sup>2</sup> dan Isma Aziz Fakhruddin<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Pendidikan IPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret  
Surakarta, 57126, Indonesia

Email: <sup>1</sup>ellinnurhidayati47@student.uns.ac.id; <sup>2</sup>mmasykuri@staff.uns.ac.id; <sup>3</sup>ismaazizf@staff.uns.ac.id

**Diajukan:** 07 Juli 2023; **Diterima:** 25 September 2023; **Diterbitkan:** 30 Oktober 2023

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi pengaruh model pembelajaran *Argument Driven Inquiry* (ADI) dengan pendekatan STEM terhadap keterampilan argumentasi tertulis peserta didik SMP Negeri 2 Kebakkramat pada materi cahaya dan alat optik berdasarkan perbedaan hasil tes keterampilan argumentasi tertulis. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan desain *Quasi Experimental Design* (eksperimen semu) dengan jenis *Pretest-Posttest Control Group Design*. Populasi penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas VIII SMP Negeri 2 Kebakkramat tahun ajaran 2022/2023. Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *cluster random sampling*. Sampel penelitian terdiri dari 2 kelas, yaitu kelas VIII G sebagai kelas eksperimen diberi perlakuan pembelajaran dengan model pembelajaran ADI dengan pendekatan STEM dan kelas VIII D sebagai kelas kontrol diberi perlakuan pembelajaran dengan model pembelajaran *discovery learning* dengan pendekatan saintifik. dengan masing-masing berjumlah 32 peserta didik. Teknik pengumpulan data dilakukan dengan tes uraian keterampilan argumentasi tertulis sebanyak 6 soal. Analisis data dilakukan dengan uji *independent sample t-test* dengan taraf signifikansi 5 % dan uji lanjutan hipotesis yaitu uji *effect size*. Hasil uji hipotesis menggunakan SPSS 25 diperoleh nilai signifikansi  $0.001 < 0.05$  sehingga  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima. Besarnya perbedaan yaitu sebesar 0.83 yang masuk kriteria besar. Dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran ADI dengan pendekatan STEM mempunyai potensi berpengaruh terhadap keterampilan argumentasi tertulis berdasarkan perbedaan hasil keterampilan argumentasi tertulis.

**Kata Kunci:** *Argument Driven Inquiry*, Pendekatan STEM, Keterampilan Argumentasi

**Abstract.** This research aims to determine the potential influence of the *Argument Driven Inquiry* (ADI) learning model with a STEM approach on the written argumentation skills of students at SMP Negeri 2 Kebakkramat on light and optical instruments based on differences in written argumentation skills test results. This research is a quantitative research with a *Quasi Experimental Design* (quasi-experiment) with a *Pretest-Posttest Control Group Design* type. The population of this research is all students in class VIII of SMP Negeri 2 Kebakkramat for the 2022/2023 academic year. The sampling technique was carried out using a cluster random sampling technique. The research sample consisted of 2 classes, namely class VIII G as the experimental class given learning treatment using the ADI learning model with a STEM approach and class VIII D as the control class given learning treatment with the *discovery learning* model with a scientific approach. with 32 students each. The data collection technique was carried out using a written argumentation skills description test with 6 questions. Data analysis was carried out using an *independent sample t-test* with a significance level of 5% and a further hypothesis test, namely the *effect size* test. The results of hypothesis testing using SPSS 25 obtained a significance value of  $0.001 < 0.05$  so that  $H_0$  was rejected and  $H_1$  was accepted. The size of the difference is 0.83 which is within the large criteria. It can be concluded that the ADI learning model with a STEM approach has the potential to influence written argumentation skills based on differences in the results of written argumentation skills.

**Keywords:** *Argument Driven Inquiry*, STEM Approach, Argumentation Skills

### **Pendahuluan**

Kemajuan teknologi dengan pesat telah menandai abad 21. Sarana untuk menghadapi

tantangan abad 21 adalah menggunakan teknologi, termasuk pada dunia pendidikan. Fasilitas yang dipakai oleh pendidik dan anak didik dalam pembelajaran dan memahami

materi pembelajaran yang lebih efektif dan efisien adalah menggunakan teknologi. Pendidikan pada abad 21 berdampingan dengan penggunaan teknologi digital dan keterampilan abad 21 (Jannah & Atmojo, 2022).

Peserta didik harus mempunyai keterampilan yang memungkinkan untuk bersaing dan menghadapi tantangan di abad 21. Keterampilan 4C, yaitu *Critical Thinking and Problem Solving, Creativity and Innovation, Collaboration, and Communication* di era abad 21 (Trilling & Fadel, 2009) dalam (Dwiretno & Setyarsih, 2018). Keterampilan komunikasi merupakan satu dari empat keterampilan abad 21 yang harus dikuasai oleh peserta didik. Keterampilan argumentasi merupakan bagian dari keterampilan komunikasi yang berperan sangat krusial dalam kegiatan pembelajaran IPA, karena dengan adanya keterampilan argumentasi maka akan membantu peserta didik mengembangkan keterampilan berpikir kritisnya juga. Keterampilan argumentasi ini harus dimiliki di era abad 21 dan perlu dikembangkan melalui pendidikan karena pendidikan bertujuan supaya dimasa yang akan datang peserta didik dapat mengintegrasikan keterampilan berpikir kreatif, komunikasi, kolaborasi, dan berpikir kritis (Bedir, 2019).

Berdasarkan hasil wawancara bersama salah satu pendidik mata pelajaran IPA di SMP Negeri 2 Kebakkramat bahwa dalam kegiatan pembelajaran IPA beberapa peserta didik aktif menyampaikan argumentasi, namun masih ada peserta didik yang biasanya cenderung pasif ketika menyampaikan argumentasi. Peserta didik yang sudah aktif menyampaikan argumentasi hanya sebatas pendapat atau pernyataan dari diri sendiri yang tidak didukung dengan alasan dan bukti yang mendukung pernyataannya. Peserta didik juga kurang mendapatkan fasilitas untuk melatih keterampilan argumentasi karena peserta didik hanya mendapatkan kesempatan untuk melatih keterampilan argumentasi melalui kegiatan tanya jawab pertanyaan dari guru dan presentasi saja, akan tetapi dalam presentasi peserta didik sangat jarang menyampaikan sanggahan, sehingga cenderung menyetujui pendapat peserta didik lain serta tidak ada upaya untuk mempertanyakan pernyataan

yang disampaikan. Berdasarkan wawancara tersebut mengindikasikan bahwa kurangnya praktik argumentasi sehingga menyebabkan keterampilan argumentasi peserta didik yang cenderung masih rendah. Kondisi ini sejalan dengan temuan penelitian (Zairina & Hidayati, 2022) yang menemukan keterampilan argumentasi peserta didik cuma mencapai level 1 dan 2. Rendahnya keterampilan argumentasi disebabkan oleh belum terlatihnya peserta didik dalam mengemukakan argumentasi secara tertulis maupun berdebat secara langsung ketika pembelajaran di kelas dan rendahnya pengetahuan dan pemahaman terhadap konsep.

Rendahnya keterampilan argumentasi bertentangan dengan tuntutan keterampilan abad 21, sehingga diperlukan upaya untuk menangani permasalahan tersebut. Salah satu solusi untuk mengembangkan keterampilan abad 21 di sekolah bisa dilaksanakan melalui kegiatan pembelajaran dengan penerapan model pembelajaran yang tepat. Model pembelajaran *Argument Driven Inquiry* (ADI) adalah model pembelajaran yang dapat membantu peserta didik melatih dan mengembangkan keterampilan argumentasinya. Peserta didik dapat terlibat langsung dalam praktik argumentasi tertulis atau menulis sains dengan menggunakan model ADI yang dapat melatih keterampilan argumentasinya (Sampson & Walker, 2012).

Inovasi dalam Pendidikan diperlukan untuk menghadapi tantangan abad 21 dan mempersiapkan peserta didik untuk dunia kerja, maka salah satu caranya adalah dalam pembelajaran dilakukan pengintegrasian dengan pendekatan STEM. Pendekatan STEM merupakan suatu metode atau pendekatan yang menggabungkan aspek-aspek STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) yang bertujuan untuk membentuk individu yang dapat menangani masalah yang ada dalam keseharian peserta didik di era abad 21 (Anggraini & Huzaifah, 2017). Pembelajaran IPA dengan pendekatan STEM mampu memberikan pembelajaran yang nyata atau kontekstual dan menuntut peserta didik menyelesaikan permasalahan melalui inovasi nyata yang dapat berbentuk pikiran dan menyampaikannya dengan baik (Fakhrudin et al., 2023; Parenta et al., 2022). Salah satu masalah dalam hal ini adalah

masalah mengenai argumentasi, peserta didik dididik untuk menangani masalah dan mengambil keputusan melalui pendekatan STEM sehingga diperlukan argumentasi dan penyampaian pendapat dalam menangani masalah tersebut. Pembelajaran dengan mengintegrasikan pendekatan STEM dapat menumbuhkan minat, kesadaran karir dan mengembangkan keterampilan abad 21 yaitu keterampilan komunikasi yang dalam penelitian ini dimaksudkan sebagai keterampilan argumentasi serta pengambilan keputusan (Altan et al., 2018). Penelitian ini menggunakan pendekatan STEM dengan jenis silo karena pendekatan silo dalam pembelajaran dilaksanakan secara terpisah. Pendekatan silo umumnya digunakan dalam pembelajaran IPA terpadu pada sekolah tingkat menengah. Pembelajaran IPA menggunakan pendekatan STEM dengan jenis silo akan meningkatkan pengetahuan peserta didik sehingga dengan meningkatnya pengetahuan peserta didik, maka akan mempermudah peserta didik dalam melakukan argumentasi.

Model pembelajaran ADI yang dipadukan pendekatan STEM diharapkan mampu membantu meningkatkan keterampilan argumentasi peserta didik. Model pembelajaran ADI dengan pendekatan STEM memberikan kesempatan yang luas bagi peserta didik dalam pembelajaran IPA untuk aktif serta ikut berdiskusi mengemukakan argumentasinya yang didukung dengan bukti dan data yang kuat. Pada hakekatnya tujuan dari penelitian yang dilaksanakan ini adalah mengetahui ada tidaknya pengaruh model pembelajaran *Argument Driven Inquiry* (ADI) dengan pendekatan STEM dan model pembelajaran *discovery learning* terhadap keterampilan argumentasi.

## Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMP Negeri 2 Kebakkramat yang beralamat di jalan Pulosari, Dusun Madyantoro, Desa Pulosari, Kecamatan Kebakkramaat, Kabupaten Karanganyar. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan desain *Quasi Experimental Design* (eksperimen semu) dengan jenis *Pretest-Posttest Control Group Design*. Populasi penelitian ini adalah seluruh

peserta didik kelas VIII SMP Negeri 2 Kebakkramat tahun ajaran 2022/2023. Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *cluster random sampling*. Sampel penelitian terdiri dari 2 kelas, yaitu kelas VIII G sebagai kelas eksperimen dan kelas VIII D sebagai kelas kontrol dengan masing-masing berjumlah 32 peserta didik. Kelas VIII G diberi perlakuan pembelajaran dengan model pembelajaran *Argument Driven Inquiry* (ADI) dengan pendekatan STEM dan kelas VIII D diberi perlakuan pembelajaran dengan model pembelajaran *discovery learning* dengan pendekatan saintifik. Pengumpulan data dilakukan dengan tes uraian keterampilan argumentasi tertulis sebanyak 6 soal. Validasi instrumen penelitian dilakukan dengan validitas isi oleh dua orang ahli dibidangnya dan validitas konstruk dengan uji validitas dan uji reliabilitas. Analisis data dilakukan dengan uji *independent sample t-test* dengan taraf signifikansi 5 % menggunakan bantuan SPSS 25 dan uji lanjutan hipotesis yaitu uji *effect size*.

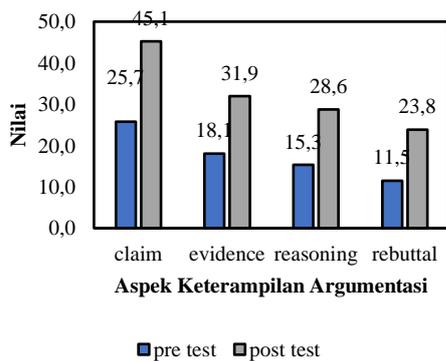
## Hasil Penelitian dan Pembahasan

Data keterampilan argumentasi didapatkan dari tes uraian keterampilan argumentasi pretes dan postest. Deskripsi nilai keterampilan argumentasi dapat dilihat pada Tabel 4.1.

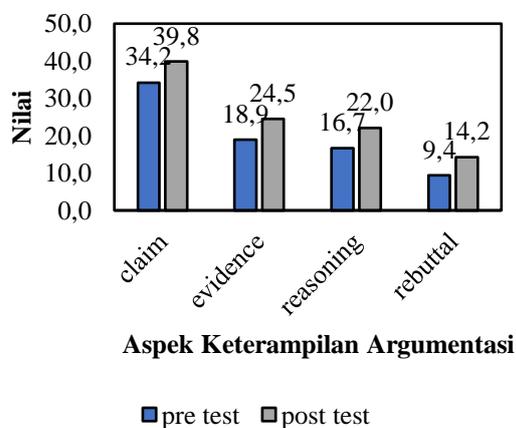
**Tabel 4.1** Deskripsi Nilai Keterampilan Argumentasi

Hasil Statistik	Pretes		Postes	
	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
N	32	32	32	32
Rata-rata	17.6	19.8	32.4	25.1
Standar Deviasi	8.2	7.5	14.2	12.7
Nilai Minimum	4.2	4.2	9.7	1.4
Nilai Maksimum	30.6	34.7	66.7	56.6

Tabel 4.1 menunjukkan rata-rata nilai *pretes* kelas eksperimen hampir sama dengan kelas kontrol yaitu 17,6 tetapi mempunyai rata-rata nilai *postes* lebih unggul daripada kelas kontrol yaitu 32,4. Perbandingan nilai rata-rata setiap aspek keterampilan argumentasi kelas eksperimen dan kontrol terdapat pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2.



**Gambar 4.1** Diagram Perbandingan Nilai *Pretes* dan *Postes* Kelas Eksperimen



**Gambar 4.2** Diagram Perbandingan Nilai *Pretes* dan *Postes* Kelas Kontrol

Untuk membuktikan kebenaran hipotesis maka dilakukan uji hipotesis dengan menggunakan uji *independent sample t-test*. Tetapi syarat data dapat diuji t adalah data harus normal (mutlak) dan homogen (tidak wajib) maka dilakukan uji prasyarat yaitu uji normalitas dan uji homogenitas. Berikut uji prasyarat analisis data:

### Uji Prasyarat Analisis Data

#### Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* dengan taraf signifikansi 0,05. Hasil uji normalitas dapat dilihat pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2** Hasil Uji Normalitas Selisih Nilai *Pretes* dan *Postes* Keterampilan Argumentasi

Kelas	Sig.	Kesimpulan
Eksperimen	0.122	Data berdistribusi normal
Kontrol	0.200	Data berdistribusi normal

Nilai signifikansi nilai pretes dan postes yang diperoleh pada kelas eksperimen yaitu 0,122 dinyatakan bahwa data berdistribusi normal dan kelas kontrol sebesar 0,200 yang dinyatakan bahwa data berdistribusi normal.

#### Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan dengan menggunakan uji *Levene Statistic* dengan taraf signifikansi 5%. Hasil uji homogenitas dapat dilihat pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Hasil Uji Homogenitas Selisih Nilai *Pretes* dan *Postes* Keterampilan Argumentasi

Sig.	Kriteria	Kesimpulan
0.142	Sig > 0.05	Data homogen

Berdasarkan uji hipotesis didapatkan nilai signifikansi sebesar 0,142. Nilai signifikansi > 0,05 yang dinyatakan bahwa data homogen.

#### Uji Hipotesis

Uji hipotesis dilakukan menggunakan *Independent Sample t-test* dengan taraf signifikansi 5% dengan bantuan SPSS 25. Hasil uji hipotesis dapat dilihat pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4** Hasil Uji Hipotesis menggunakan *Independent Sample t-test*

Hasil	Sig (2-tailed)
Equal variances assumed	.001
Equal variances not assumed	.002

Hasil analisis menunjukkan besar nilai sig. 0,001 < 0,05 maka diisimpulkan bahwa  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima yang diartikan model pembelajaran ADI dengan pendekatan STEM berpotensi berpengaruh terhadap keterampilan argumentasi. Untuk mengetahui besarnya perbedaan pengaruh maka dilakukan uji *effect size* menggunakan rumus *cohen's d*. Berdasarkan perhitungan diperoleh nilai 0,83 yang masuk kategori besar.

#### Pembahasan

Penelitian ini membahas analisis potensi pengaruh berdasarkan perbedaan hasil keterampilan argumentasi tertulis dengan model pembelajaran *Argument Driven Inquiry* (ADI) dengan pendekatan STEM. Berikut uraian pembahasan dan penjelasan berdasarkan hasil pengolahan data yang sudah dilakukan:

### 1. Perbedaan Hasil Keterampilan Argumentasi pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Hasil penelitian yang diuji *independent sample t-test* memberikan hasil uji nilai signifikansi 0,001, sehingga  $H_0$  ditolak yang diartikan bahwa model pembelajaran ADI dengan pendekatan STEM berpotensi berpengaruh terhadap keterampilan argumentasi tertulis. Hal ini terjadi dikarenakan model pembelajaran ADI mengutamakan kegiatan berargumentasi dan memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk terlibat langsung dalam praktik argumentasi tertulis (Ginancar et al., 2015; Sampson & Walker, 2012). Adanya pengintegrasian dengan pendekatan STEM dapat membantu peserta didik peserta didik untuk berpartisipasi pada diskusi argumentatif dalam pembelajaran dan meningkatkan keterampilan komunikasi yang dalam hal ini termasuk keterampilan argumentasi (Altan et al., 2018; Paramita et al., 2019). Pengintegrasian pendekatan STEM dengan model pembelajaran ADI memberikan dukungan dengan memfasilitasi peserta didik dalam mengembangkan keterampilan argumentasi tertulis melalui *science*, *technology*, *engineering* dan *mathematic*. *Science* atau ilmu pengetahuan terkait cahaya dan alat optik digunakan peserta didik dalam mengembangkan aspek *claim* keterampilan argumentasi melalui kegiatan merumuskan masalah dan merumuskan hipotesis. *Technology*, *engineering* dan *mathematic* digunakan peserta didik dalam mengumpulkan data sebagai bukti (*evidence*) yang mendukung *claim*. *Engineering* digunakan untuk menentukan percobaan apa yang akan dilakukan dan merancang percobaan. *Technology* digunakan sebagai media untuk penunjang kegiatan percobaan. *Mathematic* membantu dalam menentukan ukuran-ukuran atau hitungan ketika merangkai peralatan untuk percobaan. Secara keseluruhan dalam kegiatan proses percobaan pada kegiatan pembelajaran dengan penerapan model pembelajaran ADI dengan pendekatan STEM yang menerapkan *technology*, *engineering* dan *mathematic* membantu peserta didik dalam mendapatkan data sebagai bukti dalam mendukung *claim* pada keterampilan argumentasi.

Adanya pengaruh model pembelajaran ADI dengan pendekatan STEM terhadap suatu keterampilan argumentasi dikuatkan melalui uji

*effect size* yang memperlihatkan besarnya perbedaan pengaruh yang ditunjukkan selisih antara rata-rata pada kelompok eksperimen dengan kontrol terhadap standar deviasi gabungan dari kedua kelompok yaitu sebesar 0,83 dengan kriteria besar. Selain itu, didukung juga dengan adanya perbedaan keterampilan argumentasi yang signifikan antara rata-rata peningkatan nilai keterampilan argumentasi tertulis pada kelas eksperimen dan kontrol.

Terjadi peningkatan keterampilan argumentasi kelas eksperimen dan kontrol dari sebelum diterapkan dan sesudah diterapkan pembelajaran di kelas eksperimen dengan model pembelajaran ADI dengan pendekatan STEM pada dan model *discovery learning* di kelas kontrol yang peningkatan terlihat dari nilai penilaian awal (pretes) ke penilaian akhir (postes) masing-masing kelas. Peningkatan keterampilan argumentasi peserta didik pada kedua kelas sample terjadi karena karena dipengaruhi oleh pengetahuan peserta didik terhadap konten atau materi (Liu et al., 2018). Oleh karena itu rata-rata nilai pretes lebih rendah daripada postes karena kurangnya pengetahuan awal peserta didik terhadap materi IPA cahaya dan alat optik. Peserta didik juga belum terbiasa mengerjakan soal tes keterampilan argumentasi sehingga kesulitan memahami soal ketika mengerjakan pretes.

Rata-rata nilai pretes di kelas eksperimen hampir sama dengan rata-rata nilai pretes di kelas kontrol, namun kelas eksperimen mempunyai nilai rata-rata postes kelas eksperimen lebih tinggi dari pada kelas kontrol yaitu sebesar 32,4. Selisih rata-rata nilai postes – pretes kelas eksperimen adalah 14,8 sedangkan selisih rata-rata nilai postes – pretes kelas kontrol adalah 5,3. Perbedaan rata-rata dan selisih rata-rata ini terjadi dikarenakan pada kelas eksperimen peserta didik mampu menjawab soal uraian yang mencakup 4 aspek keterampilan argumentasi yaitu aspek *claim*, aspek *evidence*, aspek *reasoning* dan aspek *rebuttal* dengan lebih baik setelah diterapkan pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran ADI dengan pendekatan STEM. Setiap tahap dari model pembelajaran ADI dengan pendekatan STEM dapat melatih keterampilan argumentasi peserta didik, sehingga setiap sintaknya dapat melatihnya aspek keterampilan argumentasi. Model

pembelajaran ADI mempunyai 8 tahap yaitu: Identifikasi suatu masalah, pengumpulan data, argumen tentatif, sesi argumentasi, penyusunan laporan investigasi, *double-blind peer review*, revisi laporan, dan diskusi eksplisit dan reflektif (Grooms et al., 2015).

Tahap identifikasi masalah (*Identification of a task*) merupakan tahap pengenalan topik yang akan dipelajari di kelas oleh peserta didik serta merumuskan masalah dan hipotesis berdasarkan topik. Tahap ini peserta didik diberikan suatu fenomena atau peristiwa yang berkaitan dengan cahaya dan alat optik, kemudian peserta didik membuat rumusan masalah berdasarkan peristiwa tersebut. Pembuatan rumusan masalah peserta didik harus mempunyai pengetahuan dan pemahaman mengenai cahaya dan alat optik sehingga membutuhkan sains (*Science*) pada pendekatan STEM dalam membuat rumusan masalah. Menurut (Sasomo, 2020; Zulfa & Masykuri, 2022) sains (*Science*) pada pendekatan STEM berguna untuk membantu peserta didik dalam membuat rumusan masalah dan memperdalam pengetahuan ilmiah. Guru pada tahap ini melakukan stimulasi kepada peserta didik dengan kegiatan pemberian pertanyaan-pertanyaan untuk mengarahkan peserta didik ketika merumuskan masalah. Pemberian stimulasi dengan menyajikan pertanyaan secara lisan bagi peserta didik menimbulkan interaksi antara murid dan pengajar. Adanya interaksi antara pengajar dan murid ini dapat melatih peserta didik dalam meningkatkan keterampilan argumentasi pada aspek *claim* (Friska et al., 2022). Tahap ini peserta didik juga membuat hipotesis (jawaban sementara) untuk menjawab rumusan masalah yang telah dirumuskan. Hipotesis merupakan *claim* awal sebagai jawaban sementara yang perlu dibuktikan kebenarannya, sehingga dalam merumuskan hipotesis dapat membantu peserta didik dalam meningkatkan keterampilan argumentasi pada aspek *claim* (Ginanjar et al., 2015). Peserta didik menggunakan pengetahuan dan pemahaman mengenai cahaya dan alat optik (*science*) pada pendekatan STEM dalam membuat hipotesis. *Science* dapat membantu peserta didik dalam merumuskan hipotesis (Kelley & Knowles, 2016).

Tahap pengumpulan data (*Generation and analysis of data*), merupakan tahap yang dilakukan peserta didik untuk memperoleh data dan menganalisis data tersebut dengan mengembangkan penyelidikan mulai dari merancang percobaan hingga melakukan percobaan. Tahap ini peserta didik merancang dan melakukan percobaan untuk menjawab suatu rumusan masalah serta memastikan kebenaran dari hipotesis yang sudah dirumuskan. Ketika merancang percobaan ini membutuhkan ilmu pengetahuan tentang cahaya dan alat optik, sehingga membutuhkan disiplin ilmu pendekatan STEM yaitu sains (*Science*). Menurut (NRC, 2014) ilmu pengetahuan dari *science* berfungsi untuk membantu peserta didik dalam perancangan teknik (*Engineering*). *Engineering* dalam pendekatan STEM digunakan peserta didik untuk menentukan percobaan apa yang akan dilakukan, menentukan alat dan bahan percobaan, dan merancang percobaan (Izzati et al., 2019; Kelley & Knowles, 2016). Peserta didik diberikan kesempatan untuk merancang percobaan, namun dalam bimbingan guru. Dalam melakukan percobaan peserta didik menggunakan alat-alat percobaan yang merupakan penerapan disiplin ilmu *technology* pada pendekatan STEM. Teknologi pada pendekatan STEM digunakan sebagai media untuk penunjang pembelajaran termasuk kegiatan percobaan. Selain itu, disiplin ilmu *mathematic* juga diterapkan pada tahap ini yaitu untuk menentukan ukuran-ukuran atau hitungan dalam membuat atau merangkai peralatan untuk percobaan (Kelley & Knowles, 2016; Widarti & Roshayanti, 2021). Kegiatan percobaan atau penyelidikan pembentukan bayangan pada cermin dan lensa, peserta didik membutuhkan *mathematic* untuk menentukan hitungan dalam merangkai alat, menghitung ukuran jarak bayangan yang tepat dan perbesaran bayangan. Kegiatan percobaan ini membantu peserta didik dalam pengumpulan data secara ilmiah yang digunakan sebagai bukti untuk mendukung pernyataan (*claim*), sehingga tahap ini dapat membantu mengembangkan keterampilan argumentasi pada aspek *evidence*. Selain itu, penerapan pendekatan STEM terutama *mathematic* juga dapat membantu peserta didik dalam mengumpulkan bukti karena menurut *mathematic* pada pendekatan STEM

juga digunakan untuk menunjukkan bukti, sehingga *mathematic* ini dapat membantu peserta didik dalam memberikan bukti yang mendukung *claim* (Siswanto, 2018). Tahap ini peserta didik juga harus melakukan analisis data karena data yang didapatkan peserta didik dari kegiatan percobaan merupakan data bersifat umum. Secara keseluruhan melalui percobaan pada tahap ini membantu peserta didik dalam menentukan *claim* dengan benar dan mengumpulkan data sebagai bukti untuk mendukung *claim* (Sari et al., 2021).

Tahap argumen tentatif (*Production of a tentative argument*), merupakan tahap penyusunan argumen yang terdiri dari aspek *claim*, *evidence*, dan *reasoning* berdasarkan hasil percobaan. Tahap ini peserta didik beserta kelompoknya membuat klaim berdasarkan pengetahuan yang didapatkan dari sebelumnya yaitu ilmu pengetahuan terkait cahaya dan alat optik yang merupakan penerapan disiplin ilmu *science* pada pendekatan STEM. Menurut (Muttaqiin, 2023) *science* dapat berupa konten atau ilmu pengetahuan yang digunakan dalam pembelajaran. *Claim* yang telah dibuat peserta didik perlu diberikan bukti yang mendukung, sehingga peserta didik perlu memberikan bukti sebagai pendukung klaim menggunakan data yang diperoleh dari tahap pengumpulan dan analisis data. Setelah menyusun klaim dan bukti (data) peserta didik perlu menyusun alasan (*reasoning*) yang menghubungkan klaim dan bukti (data) yang telah dibuat. Tahap ini, peserta didik belajar menyusun argumentasi dengan lengkap dan benar yaitu menggunakan data sebagai bukti untuk mendukung klaim dan memberikan alasan bahwa data dapat digunakan sebagai bukti yang mendukung klaim. Tahap ini memberikan pemahaman peserta didik terkait komponen argumentasi sehingga dapat mendukung keterampilan argumentasi peserta didik dalam mengembangkan aspek *claim*, *evidence*, dan *reasoning* (Walker et al., 2012).

Tahap sesi argumentasi (*Argumentation session*), merupakan tahap penyampaian hasil argumen dan berdiskusi antar kelompok dengan memberikan kritik untuk menentukan klaim yang valid dan dapat diterima kebenarannya melalui diskusi kelas atau presentasi. Hasil argumen yang sudah dibuat dipresentasikan oleh peserta didik di

depan kelasnya, sedangkan peserta didik yang tidak presentasi memberikan dapat mengajukan pertanyaan maupun kritikan (sanggahan) atas argumen yang telah disampaikan oleh presenter. Peserta didik dalam memberikan kritikan atau sanggahan membutuhkan dan menggunakan ilmu pengetahuan terkait cahaya dan alat optik untuk mempertahankan *claim* dan memberikan bukti yang mendukung, hal ini merupakan penerapan disiplin ilmu *science* pada pendekatan STEM. Menurut (Muttaqiin, 2023) *science* dapat berupa konten atau ilmu pengetahuan yang digunakan dalam pembelajaran. Tahap ini peserta didik melakukan sanggahan terhadap klaim dari peserta didik lain yang dianggap kurang sesuai dengan konsep ilmu pengetahuan dengan cara mempertahankan klaim yang disertai bukti yang mendukung klaim. Tahap ini peserta didik belajar menyanggah secara langsung sehingga dapat membantu mengembangkan keterampilan argumentasi pada aspek *rebuttal* (Walker et al., 2012).

Tahap penyusunan laporan investigasi (*Investigation report*), merupakan tahap penulisan laporan. Tahap ini peserta didik menulis laporan berdasarkan dari hasil analisis data masing-masing kelompok serta hasil argumentasi tertulis pada tahap sesi argumentasi. Tahap ini membantu peserta didik dalam memahami materi. Pemahaman terhadap materi akan mempengaruhi peserta didik dalam penyusunan *claim*, *evidence*, dan *reasoning* membutuhkan pengetahuan sebagai dasar dalam penyusunan argumentasi (Marhamah et al., 2017). Pengetahuan peserta didik ini dapat diperoleh melalui *science* pada pendekatan STEM, sehingga dalam hal ini merupakan penerapan disiplin ilmu *science* pada pendekatan STEM.

Tahap *double blind peer review*, merupakan tahap penilaian sejawat yang dilakukan pada laporan yang telah dibuat untuk mengevaluasi kualitas laporan serta memberikan umpan balik terhadap laporan yang dikaji dengan memberikan saran atau masukan. Tahap ini peserta didik mengevaluasi dan menilai laporan yang ditulis oleh kelompok lain dan memberikan keputusan untuk merevisi laporan atau tidak berdasarkan kriteria yang terdapat pada lembar *peer review*. Peserta didik membutuhkan

pengetahuan atau ilmu sains (*science*) cahaya dan alat optik untuk menilai kualitas laporan peserta didik, hal ini merupakan penerapan *science* pada pendekatan STEM. Tahap ini dapat membantu mengembangkan keterampilan argumentasi pada aspek *rebuttal* karena peserta didik diberikan kesempatan untuk melakukan sanggahan terhadap laporan yang ditulis oleh temannya yang dianggap masih kurang tepat (Amielia, 2018).

Tahap revisi laporan (*Revision of the report*), merupakan tahap merevisi laporan berdasarkan hasil dari *peer review* dari *reviewer*. Peserta didik melakukan revisi terhadap laporan yang berisi analisis data dan hasil argumentasi yang telah dibuat berdasarkan dari hasil kaji seawat. Tahap terakhir adalah diskusi secara eksplisit dan reflektif (*Explicit and reflective discussion*), merupakan tahap diskusi untuk pembuatan kesimpulan dari pembelajaran. Tahap ini aspek *claim* muncul berupa suatu pernyataan dalam bentuk kesimpulan yang dikuatkan oleh bukti (*evidence*) dan munculnya aspek *reasoning* ini dalam bentuk analisis pembenaran terkait keputusan atau kesimpulan yang dibuat (Pritasari et al., 2016). Peserta didik membutuhkan pengetahuan atau ilmu sains (*science*) mengenai cahaya dan alat optik untuk merevisi laporan yang berisi analisis data dan hasil argumentasi dengan menyusun argumentasi yang baik maupun membuat kesimpulan dari pembelajaran, hal ini merupakan penerapan *science* pada pendekatan STEM. Kedua tahap ini membantu peserta didik dalam menyusun argumentasi dengan baik yaitu dengan menyusun *claim* yang didukung dengan data sebagai bukti yang mendukung *claim* serta memberikan alasan bahwa data dapat digunakan sebagai bukti dari *claim* mengembangkan keterampilan argumentasi pada aspek *claim*, *evidence*, dan *reasoning* (Walker & Sampson, 2013).

## **2. Pengaruh terhadap Peningkatan masing-masing Aspek Keterampilan Argumentasi**

Model pembelajaran ADI dengan pendekatan STEM memberikan pengaruh terhadap peningkatan setiap aspek keterampilan argumentasi mulai aspek tertinggi hingga terendah yaitu *claim* (19,4 %), *evidence* (13,9 %), *reasoning* (13,4 %), dan

*rebuttal* (12,3 %). Hasil ini dikuatkan oleh (Suganda, 2021) bahwa model pembelajaran ADI dengan pendekatan STEM mampu meningkatkan keterampilan argumentasi peserta didik.

### **a. Claim**

Aspek *claim* merupakan aspek yang mendapatkan presentase peningkatan tertinggi yaitu sebesar 19,4 %. Aspek *claim* mengalami peningkatan yang paling tinggi karena aspek *claim* merupakan pengungkapan pernyataan atau klaim yang menjawab dari pertanyaan ataupun permasalahan. Pada aspek ini diharapkan peserta didik dapat mengungkapkan pernyataan (*claim*) atas suatu permasalahan, tidak terlalu sulit dalam penyusunan *claim* ini bagi peserta didik karena untuk mengemukakan pernyataan (*claim*) atas suatu permasalahan didasari oleh pemahaman dan pengetahuan peserta didik (Siska et al., 2020). Didukung (Foong & Daniel, 2013) oleh yang menyatakan bahwa *claim* merupakan komponen keterampilan argumentasi yang paling mudah disusun oleh peserta didik karena untuk menyusun *claim* hanya membutuhkan pengetahuan atau logika peserta didik setelah memahami suatu permasalahan atau kasus. Dalam hal ini pengetahuan terhadap konten atau materi IPA cahaya dan alat optik. Namun ketika menyusun *claim* peserta didik tidak dianjurkan mengungkapkan pernyataan secara asal-asalan karena aspek *claim* mendasari aspek *evidence* dan aspek *reasoning*. Menurut (Fisher, 2009) aspek *claim* atau pernyataan merupakan dasar dari berpikir logis serta berpikir kritis yang mengaitkan kemampuan dalam mengungkapkan argumen yang ditambahkan suatu alasan dalam kegiatan argumentasi. Selain itu, besarnya peningkatan juga dipengaruhi oleh tahap model pembelajaran ADI dengan pendekatan STEM. Sintaks identifikasi masalah dan *science* pada pendekatan STEM membantu meningkatkan aspek *claim* peserta didik. Aspek *claim* muncul pada kegiatan merumuskan masalah dan merumuskan hipotesis akibat terjadinya interaksi dari pengajar dan peserta didik (Friska et al., 2022; Ginanjar et al., 2015).

### **b. Evidence**

Aspek *evidence* merupakan pemberian suatu informasi atau data yang mendukung *claim*. Aspek *evidence* mendapatkan presentase peningkatan tertinggi kedua setelah

aspek *claim* yaitu sebesar 13,9 %. Hal ini dikarenakan pada aspek ini peserta didik diharuskan menyajikan data ilmiah yang menguatkan *claim* dari teori yang dipelajari di kelas melalui kegiatan pembelajaran ataupun data ilmiah sumber lain yang valid dan kredible (Ginanjari et al., 2015; Nugroho et al., 2023). Peserta didik telah memperoleh data dari kegiatan percobaan dan data tersebut harus dianalisis terlebih dahulu guna menentukan kevalidan data karena data merupakan komponen yang digunakan sebagai bukti yang sudah dikumpulkan dan dianalisa (Siswanto et al., 2014). Namun peserta didik masih kesulitan dalam memberikan data yang valid, hal ini dipengaruhi oleh faktor pengetahuan atau wawasan peserta didik dalam memvalidasi data atau bukti melalui analisis data. Sehingga sebagian peserta didik dalam memberikan data atau teori bukan berasal dari sumber belajar melainkan opini peserta didik sendiri sehingga data kurang valid. Kurangnya wawasan atau pengetahuan terkait teori-teori cahaya dan alat optik dari sumber yang relevan akan menjadikan peserta didik kesulitan dalam didik dalam menyajikan data (bukti) yang valid yang mendukung *claim* (Siska et al., 2020).

#### c. Reasoning

Aspek *reasoning* merupakan aspek yang mendapatkan presentase peningkatan tertinggi ketiga setelah aspek *evidence* yaitu sebesar 13,4%. Hal ini dikarenakan peserta didik diharuskan melakukan pembenaran yang menghubungkan antara *claim* dengan data (bukti) dan menunjukkan suatu alasan bahwa data dapat digunakan selaku bukti (*evidence*) yang dapat menguatkan pernyataan (*claim*). Dalam melakukan pembenaran yang menghubungkan *claim* dengan bukti dan menunjukkan alasan bahwa data dapat digunakan sebagai bukti membutuhkan kemampuan penalaran yang baik karena penalaran merupakan suatu proses berpikir yang digunakan untuk menghubungkan bukti (*evidence*) yang diketahui kepada suatu kesimpulan atau pernyataan (Keraf, 1982) dalam (Ekanara et al., 2018). Namun peserta didik mengalami kesulitan dalam menyusun alasan atau pembenaran yang menghubungkan antara *claim* dan bukti, sehingga pembenaran maupun alasan yang disusun kurang tepat yang mengindikasikan kurangnya kemampuan

penalaran peserta didik ketika menyusun *reasoning*. Argumentasi harus memuat alasan-alasan yang bersumber dari hasil menalar maupun sumber-sumber terpercaya dalam bentuk alasan yang mendukung pernyataan (*claim*) (Osborne et al., 2004). Kurangnya kemampuan penalaran peserta didik menyebabkan peserta didik kesulitan dalam melakukan pembenaran yang menghubungkan antara *claim* dengan data (bukti) dan menunjukkan alasan bahwa data dapat digunakan selaku bukti (*evidence*) yang dapat menguatkan pernyataan (*claim*). Dikuatkan oleh (Mcneill & Krajcik, 2006) yang menyatakan bahwa aspek *reasoning* merupakan aspek komponen argumentasi yang sulit bagi peserta didik.

#### d. Rebuttal

Aspek rebuttal merupakan aspek yang mendapatkan presentase peningkatan paling rendah yaitu sebesar 12,3%. Aspek rebuttal mendapatkan pengaruh yang paling rendah karena peserta didik masih kesulitan dalam melakukan sanggahan sehingga hanya beberapa peserta didik yang menyampaikan sanggahan namun tidak disertai dengan bukti yang mendukung serta pembenaran yang menjelaskan alasan bahwa data dapat digunakan sebagai bukti pendukung. Hal ini disebabkan karena aspek rebuttal merupakan aspek keterampilan argumentasi yang paling kompleks daripada aspek *claim*, *evidence*, dan *reasoning* (Foong & Daniel, 2013). Dalam menyanggah peserta didik diharuskan mengungkapkan kembali pernyataan, data atau bukti, alasan atau dukungan yang lebih tepat untuk mendukung sanggahannya. Namun peserta didik dalam melakukan sanggahan hanya mampu menyertakan sanggahan yang bersifat lemah yaitu sanggahan tanpa disertai dengan bukti dan pembenaran serta alasan bahwa data yang digunakan dapat mendukung alasan. Menurut (Rahayu et al., 2020) sanggahan yang bersifat lemah merupakan sanggahan yang tidak memberikan data atau bukti yang mendukung *claim* atau peserta didik hanya menyampaikan sanggahannya dengan menyampaikan berdasarkan opini atau pandangannya. Selain itu, kurangnya pengetahuan dan pemahaman terhadap konsep dalam pembelajaran menyebabkan peserta didik kesulitan memberikan alternatif jawaban atau sanggahan (Sadieda, 2019). Dalam hal ini

dalam konteks materi IPA yaitu cahaya dan alat optik. Adapun alternatif yang bisa dilakukan untuk kegiatan pembelajaran selanjutnya yaitu dengan melakukan sesi argumentasi yang lebih lama untuk melatih keterampilan argumentasi terutama aspek *rebuttal* (Demircioglu & Ucar, 2015).

### **Kesimpulan dan Rekomendasi**

Berdasarkan analisis data dari data penelitian menunjukkan bahwa model pembelajaran *Argument Driven Inquiry* (ADI) dengan pendekatan STEM berpotensi berpengaruh terhadap keterampilan argumentasi. Adanya potensi pengaruh dibuktikan dengan uji hipotesis yaitu uji *independent sample t-test*. Hasil uji *independent sample t-test* yaitu 0,001 artinya  $H_0$  ditolak. Hasil signifikansi menunjukkan bahwa terdapat perbedaan hasil keterampilan argumentasi tertulis yang signifikan antara rata-rata peningkatan nilai tes keterampilan argumentasi tertulis pada kelas eksperimen dan kontrol. Besarnya perbedaan dibuktikan melalui uji *effect size*, setelah dihitung diperoleh hasil sebesar 0,83 dengan kategori besar.

### **Daftar Pustaka**

Altan, E. B., Yamak, H., Kirikkaya, E. B., & Kavak, N. (2018). The Use of Design-based Learning for STEM Education and Its Effectiveness on Decision Making Skills. *Universal Journal of Educational Research*, 6(12), 2888–2906. <https://doi.org/10.13189/ujer.2018.061224>

Amielia, S. D. (2018). *Pengembangan Modul Berbasis Argumen Driven Inquiry (ADI) Pada Materi Sistem Ekskresi Untuk Memberdayakan Keterampilan Argumentasi Siswa Kelas XI*. Universitas Sebelas Maret.

Anggraini, F. I., & Huzairah, S. (2017). Implementasi STEM dalam pembelajaran IPA di Sekolah Menengah Pertama. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan IPA*, 722–731.

Bedir, H. (2019). Pre-service ELT teachers' Beliefs and Perceptions on 21st Century Learning and Innovation Skills (4Cs). *Journal of Language and Linguistic Studies*, 15(1), 231–246.

Demircioglu, T., & Ucar, S. (2015). Investigating the Effect of Argument-Driven Inquiry in Laboratory Instruction. *Educational Science*

*Theory & Practice*, 15(1), 267–283. <https://doi.org/10.12738/estp.2015.1.2324>

Dwiretno, G., & Setyarsih, W. (2018). Pembelajaran Fisika Menggunakan Model Argument Driven Inquiry (ADI) Untuk Melatihkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Peserta Didik. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 7(2), 337–340.

Ekanara, B., Hilmi, Y. A., & Hamdiyati, Y. (2018). Hubungan Kemampuan Penalaran dengan Keterampilan Argumentasi Siswa pada Konsep Sistem Pencernaan melalui PBL (Problem Based Learning). *Biodidaktika: Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya*, 13(2), 45–54.

Fakhrudin, I. A., Probosari, R. M., Indriyani, N. Y., Khasanah, A. N., & Utami, B. (2023). Implementasi Pembelajaran STEM dalam Kurikulum Merdeka: Pemetaan Kesiapan, Hambatan dan Tantangan pada Guru SMP. *Resona: Jurnal Ilmiah Pengabdian Masyarakat*, 7(1), 71–81.

Fisher, A. (2009). *Berpikir Kritis Sebuah Pengantar*. Erlangga.

Foong, C. C., & Daniel, E. G. S. (2013). Students' Argumentation Skills across Two Socio-Scientific Issues in a Confucian Classroom: Is Transfer possible? *International Journal of Science Education*, 35(14), 2331–2355. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.697209>

Friska, R. I., Siahaan, P., & Hendayana, S. (2022). Junior High School Students Scientific Argumentation Skills on Conventional Biotechnology Materials. *Journal of Educational Sciences*, 6(1), 143–157. <https://doi.org/10.31258/jes.6.1.p.143-157>

Ginanjar, W. S., Utari, S., & Muslim. (2015). Penerapan Model Argument Driven Inquiry dalam Pembelajaran IPA untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa SMP. *Jurnal Pengajaran Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 20(1), 32–37. <https://doi.org/10.18269/jpmipa.v20i1.559>

Grooms, J., Enderle, P., & Sampson, V. (2015). Coordinating Scientific Argumentation and the Next Generation Science Standards through Argument Driven Inquiry. *Science Educator*, 24(1), 45–50. <https://www.researchgate.net/publication/315815983>

Izzati, N., T, L. R., Susanti, S., & Siregar, N. A. R. (2019). Pengenalan Pendekatan STEM sebagai Inovasi Pembelajaran Era Revolusi Industri 4.0. *Jurnal Anugerah*, 1(2), 83–89. <https://doi.org/10.31629/anugerah.v1i2.1776>

- Jannah, D. R. N., & Atmojo, I. R. W. (2022). Media Digital dalam Memberdayakan Kemampuan Berpikir Kritis Abad 21 pada Pembelajaran IPA di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(1), 1064–1074. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i1.2124>
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A Conceptual Framework for Integrated STEM Education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1–11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Liu, Q. T., Liu, B. W., & Lin, Y. R. (2018). The influence of prior knowledge and collaborative online learning environment on students' argumentation in descriptive and theoretical scientific concept. *International Journal of Science Education*, 1–23. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1545100>
- Marhamah, O. S., Nurlaelah, I., & Setiawati, I. (2017). Penerapan Model Argument Driven Inquiry (ADI) dalam Meningkatkan Kemampuan Berargumentasi Siswa pada Konsep Pencemaran Lingkungan Di Kelas X SMA Negeri 1 Ciawigebang. *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 9(2), 39–45. <https://doi.org/10.25134/quagga.v9i02.747>. Abstrak
- Mcneill, K. L., & Krajcik, J. (2006). Middle School Students' Use of Appropriate and Inappropriate Evidence in Writing Scientific Explanations. *Thinking with Data: The Proceedings of the 33rd Carnegie Symposium on Cognition*.
- Muttaqin, A. (2023). Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) pada Pembelajaran IPA untuk Melatih Keterampilan Abad 21. *Jurna Pendidikan MIPA*, 13(1), 34–45. <https://doi.org/10.37630/jpm.v13i1.819>
- NRC. (2014). *STEM Integration in K-12 Education: Status, Prospects, and an Agenda for Research*. The National Academies Press.
- Nugroho, A. A., Sajidan, S., Suranto, S., & Masykuri, M. (2023). Analysis of Students Argumentation Skills in Biotechnological Socioscientific Issue for Designing Innovative Learning. *AIP Conference Proceedings*. <https://doi.org/10.1063/5.0143258>
- 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>
- Paramita, A. K., Dasna, I. W., & Yahmin. (2019). Kajian Pustaka: Integrasi STEM untuk Keterampilan Argumentasi dalam Pembelajaran Sains. *Jurnal Pembelajaran Kimia*, 4(2), 92–99.
- Parenta, Y., Masykuri, M., & Saputro, S. (2022). Literature Study: Application of PBL-STEM on Simple Machine Topic to Improve Critical Thinking Skills. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 8(2), 674–680. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v8i2.1181>
- Pritasari, A. C., Dwiastuti, S., & Probosari Riezky Maya. (2016). Peningkatan Kemampuan Argumentasi melalui Penerapan Model Problem Based Learning pada Siswa Kelas X MIA 1 SMA Batik 2 Surakarta Tahun Pelajaran 2014/2015. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(1), 1–7.
- Rahayu, Y., Suhendar, S., & Ratnasari, J. (2020). Keterampilan Argumentasi Siswa pada Materi Sistem Gerak SMA Negeri Kabupaten Sukabumi-Indonesia. *Biodik: Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi*, 6(03), 312–318. <https://doi.org/10.22437/bio.v6i3.9802>
- Sadieda, L. U. (2019). Kemampuan Argumentasi Mahasiswa melalui Model Berpikir Induktif dengan Metode Probing-Prompting Learning. *Pythagoras: Jurnal Pendidikan Matematika*, 14(1), 23–32. <https://doi.org/10.21831/pg.v14i1.24038>
- Sampson, V., & Walker, J. P. (2012). Argument-Driven Inquiry as a Way to Help Undergraduate Students Write to Learn by Learning to Write in Chemistry. *International Journal of Science Education*, 34(10), 1443–1485. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.667581>
- Sari, R. A., Musthafa, B., & Yusuf, F. N. (2021). Pembelajaran Argument Driven Inquiry pada Materi Suhu dan Kalor untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 21(2), 88–97. <https://doi.org/10.17509/jpp.v21i2.37134>
- Sasomo, B. (2020). Pengembangan STEM-V(Science, Technology, Engineering, Mathematic and Video) pada Pembelajaran Daring dengan Kearifan Lokal melalui Permainan Tradhisional di Masa Pandemi Covid-19. *Malay Local Wisdom in the Period and After the Plague*, 57–64. <https://www.researchgate.net/publication/343008587>
- Siska, Triani, W., Yunita, Maryuningsih, Y., & Mujib Ubaidillah. (2020). Penerapan Pembelajaran Berbasis Socio Scientific

- Issues untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah. *Jurnal Pendidikan Sains & Matematika*, 8(1), 22–33.
- Siswanto, J. (2018). Keefektifan Pembelajaran Fisika dengan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Kreativitas Mahasiswa. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 9(2).  
<https://doi.org/10.26877/jp2f.v9i2.3183>
- Siswanto, Kaniawati, I., & Suhandi, A. (2014). Penerapan Model Pembelajaran Pembangkit Argumen menggunakan Metode Saintifik untuk Meningkatkan Kemampuan Kognitif dan Keterampilan Berargumentasi Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 10(2), 104–116.  
<https://doi.org/10.15294/jpfi.v10i2.3347>
- Suganda, T. (2021). *Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis dan Argumentasi Ilmiah Siswa pada Materi Gelombang dengan Model Argument Driven Inquiry (ADI) disertai STEM dan Penilaian Formatif*. Universitas Negeri Malang.
- Walker, J. P., & Sampson, V. (2013). Argument-Driven Inquiry: Using the Laboratory to Improve Undergraduates' Science Writing Skills through Meaningful Science Writing, Peer-review, and Revision. *Journal of Chemical Education*.  
<https://doi.org/10.1021/ed300656p>
- Walker, J. P., Sampson, V., Grooms, J., Anderson, B., & Zimmerman, C. O. (2012). Argument-Driven Inquiry in Undergraduate Chemistry Labs: The Impact on Students' Conceptual Understanding, Argument Skills, and Attitudes toward Science. *Journal of College Science Teaching*, 41(4), 82–89.  
<https://www.researchgate.net/publication/259041844>
- Widarti, R., & Roshayanti, F. (2021). Potensi Implementasi STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematic) berorientasi ESD (Education for Sustainable Development) dalam Pembelajaran Fluida. *Unnes Physics Education Journal*, 10(3), 291–295.  
<http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/upej>
- 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.
- Zulfa, R. N., & Masykuri, M. (2022). Efektivitas Perangkat Pembelajaran Terintegrasi STEM terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *SAP (Susunan Artikel Pendidikan)*, 7(1), 43–49.