

PENERAPAN MODEL *ARGUMENT-DRIVEN INQUIRY* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERARGUMENTASI ILMIAH MAHASISWA PADA TOPIK KALOR

St. Mutia Alfiyanti Muhiddin¹, Agussalim²
Universitas Negeri Makassar¹, Universitas Muslim Maros²
stmuliaalfiyanti@unm.ac.id

Abstract: *This study investigate the application of Argument-Driven Inquiry (ADI) model in improving scientific argumentation skills on the topic “Heat” in the Matter and Energy course. This study aims to determine the development of pre-service teachers’ scientific argumentation skills after implementing the ADI model. This research is quasi-experimental with The Pretest-Posttest Nonequivalent Group Design. Data was collected through an essay test of scientific argumentation skills. Findings indicated a significantly higher mean normalized gain of students’ scientific argumentation skills in Experimental Group who were instructed using ADI compared to students in Control Group who received conventional instruction (in this study is Guided Inquiry). The mean normalized gain of scientific argumentation skills of students in Experimental Group is 0,69 (medium-level) and in Control Group is 0,38 (medium-level). Based on hypothesis testing, it shows that the increase in scientific argumentation skills of students who have learned using the ADI model is significantly higher than those who have learned using guided inquiry. Thus, it can be concluded that learning using the ADI model can further enhance students' scientific argumentation abilities.*

Keywords: *Argument-Driven Inquiry, Heat, Pre-service Teacher, Scientific Argumentation Skills*

Abstrak: Penelitian ini mengkaji tentang penerapan model Argument-Driven Inquiry (ADI) dalam meningkatkan kemampuan berargumentasi ilmiah pada topik kalor dalam mata kuliah Zat dan Energi. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui peningkatan kemampuan berargumentasi ilmiah mahasiswa calon guru setelah diterapkan model ADI. Penelitian ini merupakan kuasi eksperimen dengan The Pretest-Posttest Nonequivalent Group Design. Data dikumpulkan melalui tes kemampuan berargumentasi ilmiah berbentuk uraian. Hasil penelitian menunjukkan skor gain ternormalisasi $\langle g \rangle$ untuk kemampuan berargumentasi ilmiah berada pada kategori sedang dengan $\langle g \rangle$ pada kelas eksperimen yang diajar dengan model ADI sebesar 0,69 dan kelas kontrol yang diajar dengan model pembelajaran konvensional (dalam penelitian ini adalah Inkuiri Terbimbing) sebesar 0,38. Berdasarkan uji hipotesis, menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan berargumentasi ilmiah siswa yang telah diajar dengan model ADI secara signifikan lebih tinggi dibandingkan pada mahasiswa yang menerima pembelajaran inkuiri terbimbing. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa

pembelajaran dengan model ADI dapat lebih meningkatkan kemampuan berargumentasi ilmiah jhnumahasiswa.

Kata kunci: Argument-Driven Inquiry, Kalor, Kemampuan Berargumentasi Ilmiah, Mahasiswa Calon Guru

PENDAHULUAN

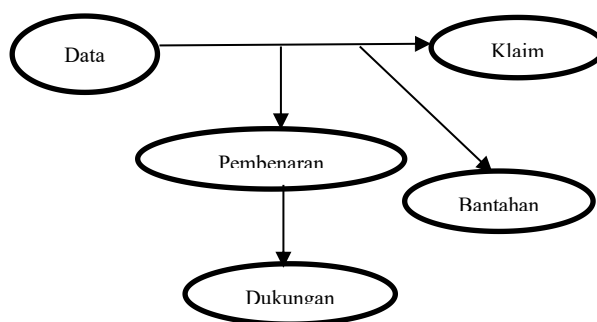
Kemampuan berargumentasi ilmiah merupakan salah satu aspek penting yang perlu dilatihkan kepada peserta didik dalam pembelajaran. Dalam menghadapi segala tantangan dan kebutuhan kompetensi abad ke-21, pembelajaran diharapkan dapat memfasilitasi pengembangan *soft skills* peserta didik. Salah satu kompetensi yang penting adalah kemampuan berargumentasi ilmiah karena kompetensi ini berhubungan dengan kemampuan peserta didik dalam mengkomunikasikan hasil penalaran dan berpikir kritis. Dalam Kurikulum Merdeka, kompetensi peserta didik yang termasuk dalam dimensi Pelajar Pancasila adalah kreatif dan bernalar kritis. Melibatkan argumentasi ilmiah dalam pembelajaran IPA dapat membantu peserta didik dalam membangun sendiri pengetahuannya dan mengembangkan kemampuan berkomunikasi dan berpikir peserta didik.

Pembelajaran yang mengakomodasi argumentasi ilmiah diharapkan dapat membekali peserta didik dengan kemampuan untuk menerapkan pengetahuan dan pemahaman yang dipelajari di kelas ke dalam kehidupan sehari-hari. Melalui argumentasi ilmiah, peserta didik didorong untuk berpikir kritis dengan menggunakan bukti, justifikasi, dan penjelasan praktis.

Kemampuan berargumentasi ilmiah adalah kemampuan dalam mengaktualisasikan pemahamannya dalam mengambil keputusan. Tanpa pengetahuan atau pemahaman yang mumpuni maka kemampuan ini berkaitan dengan cara seseorang menyampaikan pendapat atau jawabannya atas pertanyaan dengan disertai dengan data/bukti, serta alasan yang meyakinkan. Oleh karena itu, kemampuan berargumentasi bisa dikatakan berkaitan dengan kemampuan bernalar dan berpikir kritis (Andriani *et.al*, 2023).

Toulmin (2003) mengajukan struktur suatu argumentasi di mana sebagai langkah awal dari setiap pengajuan argumentasi adalah menyatakan pendirian (*standpoint*) berupa pendapat atau pernyataan. Di dalam istilah Toulmin disebut *claim* (klaim). Klaim ini selanjutnya didukung oleh data di mana hubungan antara data dengan klaim dijembatani oleh *warrant* atau pembenaran. Data-pembenaran-klaim merupakan struktur dasar suatu argumentasi (Muslim & Suhandi, 2012).

Dalam Erduran *et.al* (2004), dijelaskan bahwa *Toulmin's Argument Pattern (TAP)* mengilustrasikan struktur dari suatu argumen dalam hal keterhubungan dari sebuah klaim; data yang mendukung klaim; pembenaran yang menyediakan keterhubungan antara data dan klaim; dukungan yang memperkuat pembenaran; dan bantahan (*rebuttal*) yang merujuk pada keadaan di mana klaim tidak benar. Suatu klaim adalah suatu pernyataan yang diajukan secara terbuka untuk penerimaan secara umum. Data adalah fakta-fakta spesifik yang mendukung klaim. Dukungan adalah generalisasi yang dibuat secara eksplisit untuk membangun kepercayaan dalam berargumen yang diterapkan pada kasus tertentu.



Gambar 1. Toulmin's Argument Pattern (TAP)

Membuka dialog atau diskusi dalam kelas sains dapat membangkitkan kemampuan berargumentasi ilmiah peserta didik. Untuk melatih dan meningkatkan kemampuan berargumentasi ilmiah maka perlu mengintegrasikan argumentasi dalam

pembelajaran. Salah satu model pembelajaran yang dapat melatih kemampuan berargumentasi ilmiah adalah model *Argument-Driven Inquiry* (ADI). Model ini merupakan pembelajaran berorientasi inkuiri yang menekankan pada kegiatan berargumentasi. Model pembelajaran ADI ini dimaksudkan agar siswa mampu mendesain sendiri penyelidikannya, mengumpulkan dan mengevaluasi data hasil penyelidikan, membuat dan menilai argumen, serta mampu membuat laporan hasil penyelidikan (Sari *et.al*, 2021). Langkah-langkah pada model pembelajaran ADI ini terdiri dari: (1) Mengidentifikasi tugas (task) dan pertanyaan penyelidikan, (2) Mengumpulkan data, (3) Membuat suatu argumen tentatif, (4) Sesi argumentasi, (5) Diskusi reflektif dan eksplisit, (6) Membuat laporan hasil penyelidikan, (7) Melakukan *peer-review* tersamar ganda (*A double-blind peer-review*), dan (8) melakukan revisi lanjutan terhadap laporan siswa (Muhiddin, 2015).

Sebagai calon guru IPA, mahasiswa perlu meningkatkan kemampuannya dan dapat melatih kepada siswanya kelak. Pembelajaran yang berfokus pada kemampuan berargumentasi ilmiah belum pernah dilakukan di kelas. Hal ini menjadikan kemampuan berargumentasi ilmiah mahasiswa yang masih kurang berkembang. Berdasarkan observasi saat pembelajaran, sebagian mahasiswa belum menunjukkan kemampuan menjawab atau berpendapat secara ilmiah dan meyakinkan dengan menunjukkan bukti dan pembenaran. Pembelajaran masih didominasi oleh penjelasan materi, praktikum berbentuk *cookbook*, dan mengerjakan soal-soal. Oleh karena itu, penting untuk mengkaji penerapan model ADI sebagai alternatif dalam meningkatkan kemampuan berargumentasi ilmiah mahasiswa.

Penelitian ini bertujuan menyelidiki penerapan model ADI dalam meningkatkan kemampuan berargumentasi ilmiah dalam topik Kalor. Sundari dan Sarkity (2021) menjelaskan bahwa kalor merupakan salah satu topik dalam pembelajaran IPA/Fisika yang dianggap sulit karena termasuk abstrak. Penerapan konsep kalor banyak ditemukan dalam kehidupan sehari-hari. Dengan mengajarkan kalor dengan model ADI, mahasiswa diharapkan mampu melakukan pengamatan terkait fenomena kalor secara

langsung sehingga tidak hanya pemahaman konsep yang meningkat namun juga memperoleh pembelajaran yang bermakna dan otentik. Beberapa penelitian sebelumnya seperti Dwiretno & Setyarsih (2018) meneliti pengaruh model ADI untuk meningkatkan kemampuan berargumentasi ilmiah pada topik Getaran Harmonik Sederhana. Utami *et.al* (2022) juga menemukan bahwa terdapat perbedaan kemampuan argumentasi ilmiah siswa yang dibelajarkan dengan model ADI dan model Inkuiri. Melalui pembelajaran argumentasi yang dapat melatih siswa dalam berpikir logis-sistematis, menyampaikan pendapat/gagasan sehingga relevan dalam peningkatan kemampuan literasi dan akan berkontribusi pada hasil Asesmen Nasional. Hal ini juga diperkuat oleh penelitian Afgani *et.al* (2020) menunjukkan bahwa terdapat pencapaian keterampilan argumentasi siswa model pembelajaran ADI lebih tinggi dibandingkan siswa yang belajar dengan menggunakan model pembelajaran inkuiri terbimbing.

Berdasarkan paparan sebelumnya terlihat bahwa kemampuan berargumentasi ilmiah penting dilatihkan dalam pembelajaran. Oleh karena itu, peneliti mengambil judul penelitian “Penerapan Model *Argument-Driven Inquiry* (ADI) untuk Meningkatkan Kemampuan Berargumentasi Ilmiah Mahasiswa pada Topik Kalor”.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuasi eksperimen dengan desain penelitian *The Pretest-Posttest Nonequivalent Group Design*. Penelitian ini menggunakan dua kelas yaitu kelas eksperimen yang menggunakan model *Argument-Driven Inquiry* (ADI), sedangkan kelas kontrol mendapatkan pembelajaran dengan model konvensional. Pembelajaran konvensional yang dimaksud pada penelitian ini adalah pembelajaran yang sering atau pernah digunakan oleh dosen di dalam kelas dalam hal ini adalah *Guided Inquiry* (Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing). Pada desain penelitian ini, baik kelas eksperimen maupun kelas kontrol tidak dipilih secara random tetapi merupakan kelas yang telah terbentuk sebelumnya (Cohen dkk, 2007).

Populasi penelitian ini adalah mahasiswa calon guru IPA yang mengambil mata kuliah

Zat dan Energi pada semester ganjil tahun akademik 2023/2024 pada Prodi Pendidikan IPA FMIPA Universitas Negeri Makassar (UNM) dengan sampel dua kelas yang dipilih secara acak. Instrumen kemampuan berargumentasi ilmiah adalah tes dalam bentuk esai/uraian dengan materi kalor yang diberikan sebelum (*pretest*) dan sesudah (*posttest*) pembelajaran. Instrumen yang digunakan telah melalui uji validitas dan reliabilitas.

Data hasil tes ini kemudian diuji pra syarat yaitu uji normalitas dan uji homogenitas. Selanjutnya dilakukan uji *N-gain* untuk melihat peningkatan skor yang diperoleh subjek penelitian. Uji hipotesis dilakukan untuk membuktikan apakah peningkatan kemampuan berargumentasi lebih besar secara signifikan

pada kelas eksperimen dibandingkan kelas kontrol. Uji hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji-t independen (*Independent-t test*) yang merupakan uji komparasi dua sampel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kemampuan berargumentasi ilmiah mahasiswa pada kelas eksperimen dan kelas kontrol diukur dengan menggunakan tes uraian untuk *pretest* maupun *posttest*. Tes ini mengacu pada materi kalor pada mata kuliah Zat dan Energi. Berikut ini Tabel 1 yang menunjukkan perolehan skor kemampuan berargumentasi ilmiah dari hasil tes mahasiswa baik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol.

Tabel 1. Rekapitulasi Kemampuan Berargumentasi Ilmiah Siswa

Kelas	Tes	Skor				<g>
		$\bar{X}_{min}$	$\bar{X}_{max}$	$\bar{X}$	$\bar{X}_{ideal}$	
Eksperimen	Pretest	4	20	11,31	56	0,69
	Posttest	32	48	41,31	56	
Kriteria Peningkatan						sedang
Kontrol	Pretest	4	22	13,28	56	0,38
	Posttest	25	41	34,38	56	
Kriteria Peningkatan						sedang

Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa terjadi peningkatan kemampuan berargumentasi ilmiah baik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol. Pada kelas eksperimen, terjadi peningkatan dengan <g> sebesar 0,69 sedangkan pada kelas kontrol terjadi peningkatan dengan <g> sebesar 0,38. Perolehan skor rata-rata gain kemampuan berargumentasi yang dinormalisasi baik pada kelas eksperimen maupun kelas kontrol berada pada kategori sedang. Jika dilihat dari besarnya perolehan <g>, kelas eksperimen memiliki peningkatan yang lebih besar dibandingkan dengan kelas kontrol. Untuk

menguji apakah terjadi perbedaan peningkatan yang signifikan pada kedua kelas, maka dilakukan uji beda signifikan.

Sebelum dilakukan uji beda signifikan terhadap data <g> kemampuan berargumentasi ilmiah untuk melihat perbedaan peningkatan yang diperoleh siswa maka terlebih dahulu diuji beda signifikan kedua data pretest antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol. Berikut ini Tabel 2 Hasil Uji Normalitas, Homogenitas, dan Uji Beda Dua Rata-Rata Data *Pretest* Kemampuan Berargumentasi Ilmiah Siswa.

Tabel 2. Hasil Uji Normalitas, Homogenitas, dan Uji Beda Dua Rata-Rata Data *Pretest* Kemampuan Berargumentasi Ilmiah Siswa

<i>Data Pretest</i>	N (jumlah mahasiswa)	Uji Normalitas		Uji Homogenitas		Uji Beda Dua Rata-Rata	
		<i>Sig.</i>	Interpretasi	<i>Sig.</i>	Interpretasi	<i>Sig.</i>	Interpretasi
Kelas Eksperimen	31	0,106	Distribusi Data Normal	0,362	Varians Data Homogen	0,052	H ₀ diterima
Kelas Kontrol	32	0,190	Distribusi Data Normal				

Berdasarkan Tabel 2 diperoleh bahwa data *pretest* kemampuan berargumentasi ilmiah kelas eksperimen tidak berbeda secara signifikan dengan data *pretest* kelas kontrol. Selanjutnya untuk mengetahui apakah perbedaan skor rata-rata peningkatan kemampuan berargumentasi tersebut signifikan atau tidak, maka dilakukan uji signifikansi perbedaan rata-rata (uji hipotesis). Analisis dilakukan dengan terlebih dahulu

menguji normalitas dan homogenitas terhadap data $\langle g \rangle$ yang diperoleh setiap siswa dari kelas eksperimen dan kelas kontrol, kemudian dilanjutkan dengan uji signifikansi perbedaan rata-rata. Berikut ini merupakan tabel rekapitulasi hasil uji normalitas dan homogenitas terhadap skor gain yang dinormalisasi untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas, Homogenitas, dan Hipotesis Data Peningkatan $\langle g \rangle$ Kemampuan Berargumentasi Ilmiah Siswa Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

<i>N-gain</i>	N (jumlah mahasiswa)	Uji Normalitas	Uji Homogenitas	Uji Hipotesis			
		<i>Sig.</i>	<i>Sig.</i>	<i>Sig.</i>			
		Interpretasi	Interpretasi	Interpretasi			
Kelas Eksperimen	31	0,200	Distribusi Data Normal	0,094	Varians Data Homogen	0,000	H ₀ ditolak
Kelas Kontrol	32	0,200	Distribusi Data Normal				

Dari Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa data rata-rata gain dinormalisasi untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol berdistribusi normal dan homogen. Pada kelas eksperimen dan kelas kontrol masing-masing diperoleh besar taraf signifikansi 0,200 ($\text{sig.} > 0,050$). Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa data $\langle g \rangle$ kemampuan berargumentasi pada kelas eksperimen berdistribusi normal dan kelas kontrol juga berdistribusi normal.

Pada perhitungan uji homogenitas menggunakan *Levene Test (Test of Homogeneity of Variances)* diperoleh nilai signifikansi data $\langle g \rangle$ kemampuan berargumentasi sebesar 0,094 ($\text{sig.} > 0,050$), sehingga dapat disimpulkan bahwa varians kedua kelompok data adalah homogen. Karena data berdistribusi normal dan homogen, maka selanjutnya data diolah dengan statistik parametrik sehingga untuk uji hipotesis digunakan uji-t dengan dua sampel independen.

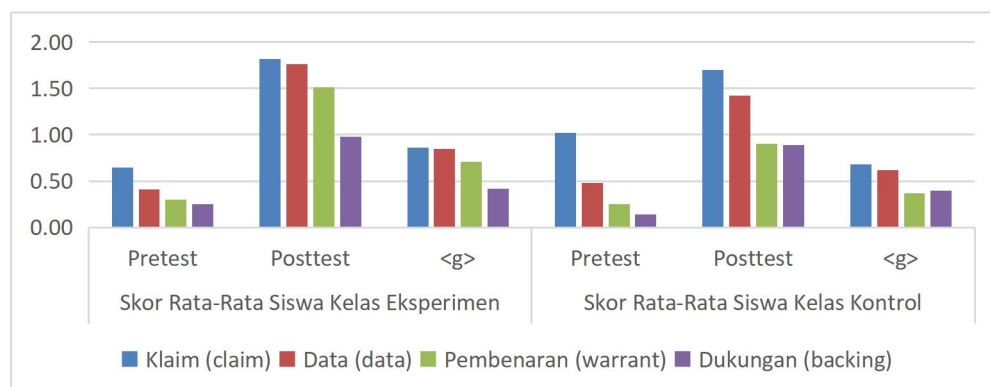
Pengujian hipotesis dilakukan dengan uji statistik parametrik menggunakan *uji independent-t samples*. Hasil uji hipotesis

diperoleh taraf signifikansi sebesar 0,000. Nilai taraf signifikansi ini menunjukkan nilai yang lebih kecil dari 0,025 yang berarti bahwa pada taraf kepercayaan 95% penerapan model pembelajaran *ADI* secara signifikan dapat lebih meningkatkan kemampuan berargumentasi siswa dibandingkan dengan penerapan model pembelajaran konvensional (H_0 ditolak dan H_A diterima).

Peningkatan Kemampuan Berargumentasi Ilmiah Siswa Setiap Indikator

Kemampuan berargumentasi pada penelitian ini mengacu pada indikator kemampuan berargumentasi yang dirumuskan oleh Toulmin yang meliputi pengajuan klaim (*claim*), data (*data*), pembenaran (*warrant*), dan dukungan (*backing*). Berikut ini Gambar 2 yang menunjukkan rekapitulasi skor rata-rata *pretest*, *posttest*, dan $\langle g \rangle$ kemampuan berargumentasi ilmiah mahasiswa kelas eksperimen dan kelas kontrol untuk keempat indikator tersebut.

Gambar



2.

Rekapitulasi Skor Rata-Rata *Pretest*, *Posttest*, dan <g> Kemampuan Berargumentasi Ilmiah Siswa Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol Setiap Indikator

Berdasarkan Gambar 2 terlihat bahwa untuk kelas eksperimen, “klaim” mengalami peningkatan paling tinggi sedangkan untuk peningkatan yang paling rendah terjadi pada indikator “dukungan”. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan mahasiswa dalam mengemukakan dukungan terhadap pembenaran yang diajukan masih belum maksimal. Salah satu faktor yang mempengaruhi hal tersebut yaitu belum optimalnya pembelajaran *ADI* yang diterapkan di dalam kelas. Selama penerapan model *ADI* di kelas, tahapan yang sekiranya dapat memfasilitasi berkembangnya indikator “dukungan” dalam berargumentasi ilmiah ternyata belum terlaksana seluruhnya dengan secara maksimal sehingga pemahaman terkait konten, prinsip atau teori belum optimal mendukung argumen yang dikemukakan. Hal ini disebabkan mahasiswa masih belum terbiasa dengan penerapan model *ADI* di kelas khususnya pada pertemuan-pertemuan awal. Mahasiswa masih perlu beradaptasi dengan model pembelajaran baru di mana sintaks pada model ini lebih banyak dan kompleks sehingga membutuhkan motivasi dan perhatian yang lebih. Brophy (1999) menjelaskan bahwa situasi belajar akan lebih optimal jika menampilkan aktivitas belajar yang sudah familiar bagi peserta didik. Oleh karena itu, pembiasaan model alternatif seperti *ADI* perlu dimaksimalkan dalam pembelajaran.

Sama seperti pada kelas eksperimen, <g> paling tinggi mahasiswa kelas kontrol terjadi

pada aspek “klaim”, namun peningkatan paling rendah terjadi pada aspek “pembenaran”. Dari Gambar 1 terlihat bahwa <g> untuk aspek “pembenaran” lebih kecil dibandingkan <g> pada aspek “dukungan”. Oleh karena itu, dapat dikatakan bahwa kemampuan mahasiswa dalam merasionalisasi hubungan antara data dengan klaim masih rendah. Pembelajaran langsung belum mengoptimalkan berkembangnya aspek tersebut ditandai dengan kesulitan mahasiswa menganalisis data dan menghubungkannya dengan klaim yang diajukan karena data yang disertakan tidak diperoleh dari rancangan penyelidikan mahasiswa sendiri sehingga mahasiswa sulit memaknai data hasil percobaan.

Salah satu data yang dikumpulkan peneliti adalah dokumentasi pembelajaran yang telah dilakukan yaitu dalam hal ini adalah jawaban Lembar Kerja Mahasiswa (LKM). Selain memudahkan dalam melakukan percobaan, LKM juga dapat melatih mahasiswa dalam berargumentasi ilmiah. Kemampuan berargumentasi ilmiah dapat ditunjukkan melalui jawaban yang kemukakan di dalam LKM. Oleh karena itu, peneliti melakukan analisis terhadap jawaban mahasiswa pada LKM dan menyajikannya dalam bentuk deskriptif. Berikut ini Tabel 4 yang menunjukkan perbandingan kemampuan berargumentasi ilmiah mahasiswa jika ditinjau dari jawaban LKM.

Tabel 4. Perbandingan Kemampuan Berargumentasi Ilmiah Siswa Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol Berdasarkan Analisis LKS Siswa

Materi Pembelajaran	Argumen pada LKM Kelas Eksperimen	Argumen pada LKM Kelas Kontrol
Kalor dan Perubahan Suhu (pertemuan 1-2)	Secara umum, argumen sebagian besar mahasiswa ($\pm 60\%$) dari 31 mahasiswa masih tergolong kurang tepat. Klaim: mahasiswa telah mampu mengemukakan klaim berdasarkan pertanyaan yang diajukan namun belum akurat dan sesuai dengan tata bahasa yang baik. Data: semua mahasiswa telah mampu mengemukakan perbandingan dari variabel yang diamati namun sebagian besar masih belum mampu membedakan data (fakta) dengan membenaran (opini), dan data yang dikemukakan masih belum memadai karena belum terdapat hasil pengukuran dan pengamatan. Pembenaran: sebagian besar mahasiswa masih belum mampu mengemukakan membenaran yang tepat yang menghubungkan data dengan klaim dengan jelas namun sudah terdapat beberapa mahasiswa yang menjelaskan hubungan sebab akibat dari klaim dan data yang diajukan. Dukungan: sebagian besar mahasiswa telah mampu mengemukakan dukungan yang tepat dalam melandasi membenaran, namun prinsip atau teori yang diajukan masih belum akurat dan spesifik dalam mendukung klaim.	Secara umum, argumen sebagian besar mahasiswa ($\pm 80\%$) dari 32 mahasiswa masih tergolong kurang tepat. Klaim: mahasiswa telah mampu mengemukakan klaim berdasarkan pertanyaan yang diajukan namun belum akurat dan sesuai dengan tata bahasa yang baik. Data: hanya sebagian kecil mahasiswa yang mampu mengemukakan perbandingan dari variabel yang diamati namun sebagian besar masih belum mampu membedakan data (fakta) dengan membenaran (opini), dan data yang dikemukakan masih belum memadai karena belum terdapat hasil pengukuran dan pengamatan. Pembenaran: sebagian besar mahasiswa masih belum mampu mengemukakan membenaran yang tepat yang menghubungkan data dengan klaim dengan jelas. Dukungan: sebagian besar mahasiswa belum mampu mengemukakan dukungan yang tepat dalam melandasi membenaran.
Kalor dan Perubahan wujud (pertemuan 2-3)	Kemampuan berargumentasi ilmiah mahasiswa mengalami peningkatan yang signifikan dalam setiap aspek argumentasi. Klaim: mahasiswa telah mampu mengemukakan klaim berdasarkan pertanyaan yang diajukan dengan akurat dan sesuai dengan tata bahasa yang baik, di mana hanya sebagian kecil mahasiswa yang masih menambahkan data dan alasan dalam klaim yang diajukan. Data: mahasiswa telah mampu mengemukakan data yang mendukung klaim dengan tepat walaupun masih ada mahasiswa yang menambahkan alasan pada data yang diajukan. Terdapat beberapa mahasiswa yang telah mampu mengemukakan data yang memadai baik dari segi kuantitas maupun kualitas dan merujuk dengan tepat berdasarkan tabel dan grafik hasil pengamatan. Pembenaran: sebagian besar mahasiswa telah mampu mengemukakan membenaran yang tepat yang menghubungkan data dengan klaim dengan jelas dengan menjelaskan hubungan sebab akibat atau analogi dari klaim dan data	Kemampuan berargumentasi mahasiswa telah mengalami peningkatan pada aspek “klaim” dan “data”. Namun, aspek “pembenaran” dan “dukungan” belum meningkat secara signifikan Klaim: sebagian besar mahasiswa telah mampu mengemukakan klaim berdasarkan pertanyaan namun masih terdapat klaim yang kurang akurat, kurang sesuai dengan tata bahasa yang baik dan masih menambahkan data dalam pengajuan klaim. Data: sebagian besar mahasiswa masih belum merujuk pada tabel atau grafik hasil pengamatan, dan belum memadai baik secara kuantitas maupun kualitas, namun data yang diajukan telah mendukung klaim yang dikemukakan. Pembenaran: sebagian besar mahasiswa masih belum mampu mengemukakan membenaran yang tepat yang menghubungkan data dengan klaim dengan jelas namun sudah terdapat beberapa mahasiswa yang menghubungkan data dan klaim dengan

	yang diajukan. Dukungan: sebagian besar mahasiswa telah mampu mengajukan prinsip atau teori yang melandasi pembenaran namun masih beberapa masih kurang akurat atau belum sesuai dengan klaim yang diajukan.	tepat dan disertai dengan hubungan sebab akibat Dukungan: sebagian besar mahasiswa belum mampu mengemukakan dukungan yang tepat dalam melandasi pembenaran.
Perpindahan Kalor (pertemuan 4-5)	Aspek “data” dan “pembenaran” mengalami peningkatan yang lebih signifikan. Klaim: mahasiswa telah mampu mengemukakan klaim berdasarkan pertanyaan yang diajukan dengan akurat dan sesuai pertanyaan penyelidikan, namun masih terdapat klaim yang diajukan dengan tata bahasa yang kurang baik dan benar. Data: mahasiswa telah mampu mengemukakan data yang mendukung klaim dengan tepat dengan merujuk pada hasil pengamatan dan membandingkan data yang diperoleh namun masih terdapat beberapa mahasiswa yang menyertakan data yang kurang memadai dalam mendukung klaim. Pembenaran: mahasiswa telah mampu mengemukakan pembenaran yang tepat namun masih terdapat beberapa mahasiswa yang belum mampu menghubungkan data dengan klaim secara akurat dan jelas. Dukungan: sebagian besar mahasiswa telah mampu mengajukan prinsip atau teori yang melandasi pembenaran namun masih beberapa masih kurang akurat sesuai dengan klaim yang diajukan atau belum memadai dalam mendukung pembenaran.	Aspek “data” dan “pembenaran” mengalami peningkatan namun kurang signifikan. Klaim: mahasiswa telah mampu mengemukakan klaim yang akurat berdasarkan pertanyaan namun masih terdapat beberapa klaim yang kurang sesuai dengan tata bahasa yang baik dan benar. Data: sebagian besar mahasiswa telah mengajukan data yang tepat dengan membandingkan data hasil pengamatan yang diperoleh namun masih terdapat mahasiswa yang tidak merujuk pada tabel hasil pengamatan dan data kurang memadai untuk mendukung klaim. Pembenaran: sebagian mahasiswa sudah mampu mengemukakan pembenaran yang tepat yang menghubungkan data dengan klaim namun hubungan sebab akibat belum dipaparkan secara jelas. Dukungan: sebagian besar mahasiswa belum mampu mengemukakan dukungan yang tepat dalam melandasi pembenaran. Beberapa mahasiswa mengajukan dukungan yang tepat dalam melandasi pembenaran namun masih kurang memadai dan spesifik.

Tabel 4 menunjukkan selama proses pembelajaran berlangsung peningkatan kemampuan berargumentasi ilmiah mahasiswa lebih baik pada kelas eksperimen dibandingkan kelas kontrol. Hal ini didukung oleh hasil dari *N-gain score* dan uji hipotesis pada tabel 1 dan 3. Dari kedua tabel tersebut terlihat bahwa $\langle g \rangle$ kelas eksperimen sebesar 0,69 dengan peningkatan yang lebih signifikan dibandingkan $\langle g \rangle$ kelas kontrol 0,38. Dari tabel tersebut terlihat bahwa pada kelas eksperimen, indikator “klaim”, “data” dan “pembenaran” mengalami peningkatan. Kemampuan mahasiswa dalam mengemukakan klaim dan data yang tepat lebih baik dibandingkan indikator kemampuan berargumentasi lainnya. Kemampuan mahasiswa memberikan pembenaran juga mengalami peningkatan namun masih terdapat

beberapa kekurangan mahasiswa dalam memberikan pembenaran yang tepat. Kemampuan memberikan dukungan masih belum menunjukkan peningkatan yang signifikan walaupun lebih baik setiap pertemuannya.

Berdasarkan Tabel 3, terlihat bahwa setiap aspek kemampuan berargumentasi mengalami peningkatan skor. Hal ini sesuai dengan hasil analisis argumen mahasiswa pada Tabel 4 di mana setiap indikator kemampuan berargumentasi juga mengalami peningkatan untuk tiap pertemuan. Pada Tabel 4 terlihat bahwa indikator “klaim” dan “data” baik mahasiswa kelas eksperimen maupun kelas kontrol mengalami peningkatan yang paling signifikan dibandingkan dengan indikator kemampuan berargumentasi lainnya. Namun, pada kelas eksperimen, mahasiswa juga

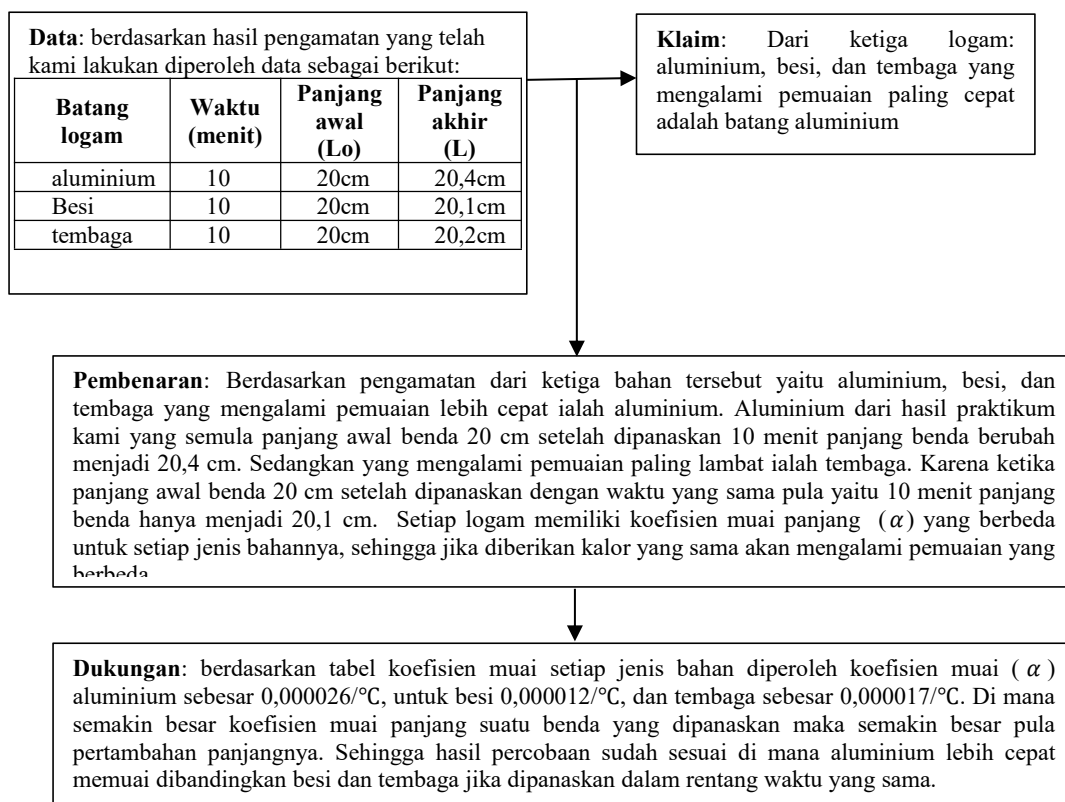
mengalami peningkatan yang signifikan pada indikator “pembenaran”. Sedangkan pada kelas kontrol, aspek “pembenaran” dan “dukungan” masih rendah dan belum berkembang dibandingkan indikator “klaim” dan “data”. Hal ini sesuai dengan perolehan skor mahasiswa pada Tabel 3 di mana indikator “pembenaran” pada kelas kontrol merupakan aspek dengan peningkatan terendah dibandingkan semua aspek kemampuan berargumentasi lainnya.

PEMBAHASAN

Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa peningkatan kemampuan berargumentasi

mahasiswa kelas eksperimen lebih besar dibandingkan dengan kelas kontrol, di mana <g> kemampuan berargumentasi ilmiah kelas eksperimen sebesar 0,69 sedangkan untuk kelas kontrol sebesar 0,38. Berdasarkan hasil uji signifikansi yang ditunjukkan pada Tabel 3 juga diperoleh bahwa peningkatan skor rata-rata kemampuan berargumentasi ilmiah siswa pada kelas eksperimen secara signifikan lebih besar dibandingkan dengan kelas kontrol.

Berikut ini contoh argumen mahasiswa untuk salah satu pertanyaan untuk materi perpindahan kalor yaitu “Bandingkan ketiga logam, mana yang memuai lebih cepat? Kemukakan alasanmu!” seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2 Contoh Argumen Mahasiswa Pada LKM Pemuaian pada Zat Padat

Gambar 2 menunjukkan kemampuan berargumentasi ilmiah mahasiswa mengalami peningkatan dari pembelajaran sebelumnya. Hal ini terlihat dari kemampuan mahasiswa dalam menyusun klaim. Dari jawaban tersebut terlihat bahwa mahasiswa telah mampu menyusun klaim

yang tepat untuk pertanyaan penyelidikan yang diajukan dan dengan tata bahasa yang lebih baik.

Indikator argumen lainnya adalah data. Data yang diajukan oleh mahasiswa seperti pada Gambar 2 sudah tepat karena telah mampu menyajikan data sesuai dengan hasil pengamatan yang telah dilakukan. Sebagai contoh, siswa

merujuk pada tabel hasil pengamatan yang telah dilakukan. Indikator argumentasi selanjutnya adalah pembenaran (*warrant*) dan dukungan (*backing*). Dukungan yang dikemukakan merupakan konsep atau prinsip yang mendukung klaim tetapi akan lebih tepat jika memberikan penegasan pada hubungan konsep atau prinsip tersebut dengan pembenaran yang diajukan. Kekurangan-kekurangan yang terdapat pada argumen-argumen mahasiswa dapat diminimalisasi dengan kegiatan penulisan laporan dan *peer review*. Di mana pada kegiatan-kegiatan tersebut siswa dapat mengevaluasi kesalahan-kesalahan dan mendapatkan perbaikan atau saran baik dari teman atau dari dosen.

Penerapan pembelajaran *ADI* memberikan kontribusi besar dalam meningkatkan kemampuan berargumentasi ilmiah dengan <g> sebesar 0,69. Hasil tersebut sesuai dengan temuan Irvan dan Admoko (2020) bahwa pembelajaran *ADI* dapat meningkatkan kemampuan siswa dalam menyusun argumentasi ilmiah. Begitu pula dengan temuan Rosidin *et.al* (2019) yang mengemukakan bahwa penerapan *ADI* dalam pembelajaran berpengaruh dan efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis karena dapat melatih siswa untuk berargumentasi.

Penerapan model *ADI* dalam pembelajaran terbukti dapat meningkatkan kemampuan berargumentasi ilmiah mahasiswa karena tahapan-tahapan pembelajarannya yang memberikan kesempatan kepada mahasiswa untuk melatih kemampuan berargumentasi ilmiah. Peningkatan kemampuan mahasiswa dalam menyusun klaim dan mengemukakan data pada kelas eksperimen merupakan kemampuan dengan <g> tertinggi dibandingkan aspek lainnya. Hal ini sesuai dengan yang terlihat pada Tabel 3 di mana <g> pada kemampuan menyusun klaim sebesar 0,86. Besar <g> kemampuan mahasiswa dalam mengemukakan data dan memberikan pembenaran masing-masing sebesar 0,85 dan 0,71 sedangkan <g> untuk kemampuan memberikan dukungan merupakan yang paling rendah peningkatannya yaitu sebesar 0,42.

Berbagai tahapan dalam model *ADI* yang dapat melatih kemampuan berargumentasi di antaranya adalah tahap mengumpulkan data,

menyusun argumen tentatif, sesi argumentasi, membuat laporan dan *peer-review* karena menghadapkan mahasiswa secara langsung dengan argumentasi ilmiah dalam konteks sains. Tahapan menyusun data, mahasiswa dilatih dalam menyusun argumen khususnya dalam mengumpulkan data atau bukti yang tepat dan memadai. Mahasiswa berkesempatan merumuskan klaim yang paling tepat berdasarkan data yang telah dikumpulkan berdasarkan percobaan, observasi, atau analisis artikel. Oleh karena itu, tahapan ini sangat penting dilatihkan karena mengajarkan mahasiswa memperoleh dan menggunakan data sehingga argumen yang dikemukakan tepat dalam konteks sains.

Dalam tahapan menyusun argumen tentatif, mahasiswa dilatih menyusun argumen yang tepat, di mana argumen yang dibuat adalah jawaban dari pertanyaan penyelidikan. Sesuai dengan yang dikemukakan oleh Özdem *et.al* (2017) bahwa argumen dapat dikonstruksi dari respon terhadap suatu pertanyaan atau keperluan dalam penelitian (inkuiri). Guru dapat memberikan pertanyaan terbuka yang membantu siswa mengeksplor pengetahuannya melalui penyelidikan. Hal ini berdampak positif terhadap partisipasi siswa sehingga mampu memberikan bukti atas klaim atau jawabannya dan memberikan sanggahan dalam sesi argumentasi. Dalam tahap ini, mahasiswa diperkenalkan dengan istilah dalam argumen yaitu klaim (*claim*), data (*data*), pembenaran (*warrant*) dan dukungan (*backing*). Selain itu, mahasiswa juga dilatih bagaimana menyusun argumen yang tepat sesuai dengan kriteria atau yang standar yang ditetapkan seperti kesesuaian klaim dengan semua bukti yang tersedia, kecukupan bukti yang disertakan, dan kualitas bukti.

Klaim yang disusun oleh mahasiswa adalah jawaban dari pertanyaan penyelidikan yang didukung oleh data atau bukti yang merupakan hasil pengamatan atau percobaan yang dirancang oleh mahasiswa sendiri untuk menjawab pertanyaan penyelidikan tersebut. Dalam tahapan ini, kemampuan mahasiswa dalam bernalar dimunculkan dan dikembangkan dalam proses rasionalisasi dalam menghubungkan data yang diperoleh dengan klaim yang diajukan melalui pembenaran

(*warrant*). Selain itu, mahasiswa juga dapat memahami pentingnya data dan penalaran dalam pelajaran IPA melalui tahapan pembelajaran ini (Nasution, 2019).

Mahasiswa mendiskusikan dan menuliskan argumen sementara pada sebuah media berupa poster kemudian menampilkannya di depan kelas dalam tahapan sesi argumentasi. Pada tahapan ini, mahasiswa mengevaluasi argumen dari kelompok yang lain dengan memberikan komentar atau kritik terhadap argumen tersebut. Mahasiswa menentukan argumen yang valid dan berpartisipasi dalam aspek sosial dalam berargumentasi khususnya dalam mengkomunikasikan hasil pemikiran dan ide serta menanggapi pertanyaan dan kritik dalam diskusi. Selain itu, tahapan sesi argumentasi didesain untuk menciptakan “kewajiban atau keharusan” bagi mahasiswa untuk memberikan pemikiran kritis terhadap produk, proses, dan konteks dalam inkuiri (Walker *et.al*, 2019). Dari kedua tahapan ini, mahasiswa dilatih untuk menyusun dan menemukan kriteria argumen yang tepat dan berkualitas. Selain itu, mahasiswa dapat mengembangkan kemampuan dalam berkomunikasi dalam konteks sains baik melalui tulisan maupun lisan.

Tahapan menyusun laporan hasil penyelidikan dalam model *ADI* juga didesain untuk meningkatkan kemampuan berargumentasi ilmiah mahasiswa. Laporan yang disusun merupakan laporan yang berisi jawaban dari ketiga pertanyaan penuntun berupa “Apa rancangan percobaan yang telah kalian susun dan sebutkan alasan kalian menyusun rancangan tersebut?”, “Apa saja yang telah kalian lakukan untuk menjawab pertanyaan penyelidikan?” serta “Apa argumen akhir kalian?”. Ketiga pertanyaan penuntun ini pada dasarnya sama dengan laporan tradisional hasil praktikum tetapi lebih spesifik membantu mahasiswa memahami pentingnya argumen dalam sains, dan memberikan kebermaknaan dalam konten sains saat menulis laporan. Pada tahapan *peer-review* di mana mahasiswa dilatih untuk mereview kualitas laporan mahasiswa lainnya, dapat memberikan *feedback* tentang konsep pelajaran IPA dan argumen yang telah mahasiswa pahami sebelumnya. Dari kedua tahapan ini, mahasiswa

dapat mengembangkan kemampuan berikir reflektif dan mengembangkan pemahaman akan konten pembelajaran dan kualitas argumen (Siregar & Pakpahan, 2020; Walker & Sampson, 2013a).

Penulisan laporan memberikan kesempatan dalam mengartikulasikan hasil pemikiran secara singkat dan tepat (termasuk dalam “belajar untuk menulis” dan “menulis untuk belajar”), mengembangkan metakognisi dan mampu mengembangkan pemahaman mahasiswa akan konten pelajaran. Hal ini menjelaskan penggunaan model *ADI* dalam pembelajaran dapat membuat konsep mahasiswa menjadi lebih terbangun. Konsep yang lebih terbangun menjadikan mahasiswa lebih terampil dalam membuat argumentasi.

Dalam pembelajaran *ADI*, kegiatan-kegiatan ilmiah ini mencakup pada proses inkuiri yang dilakukan oleh mahasiswa dalam mengumpulkan data untuk menjawab pertanyaan penyelidikan. Konsep diperlukan dalam berargumentasi, karena penyusunan klaim dan alasan yang meliputi data, pembenaran, dan dukungan, harus dilandasi oleh konsep yang baik. Semakin baik konsep yang dimiliki, maka argumentasi ilmiah yang dibuat juga akan semakin baik. Temuan yang sama juga dikemukakan oleh Sandoval *et.al* (2019) bahwa argumen yang dikemukakan dalam berargumentasi ilmiah harus menyertakan alasan yang logis dan sesuai dengan konsep yang berlaku karena klaim adalah sebuah dugaan, penjelasan, kesimpulan, prinsip yang digeneralisasikan, atau jawaban atas permasalahan yang akan diargumentasikan. Osborne *et.al* (2019) menambahkan bahwa argumentasi ilmiah merupakan proses penalaran kompleks yang digunakan dalam situasi yang memerlukan pengetahuan konten ilmiah untuk membangun dan/atau mengkritik hubungan atau asosiasi yang diusulkan antara klaim dan bukti.

Selain itu, tahap pengumpulan data untuk menjawab pertanyaan penyelidikan melalui merancang percobaan dan penyajian data secara mandiri mampu melatih mahasiswa dalam menghadapi klaim-klaim yang berbeda atau dengan kata lain, proses inkuiri ini memberikan kesempatan untuk terlibat dalam argumentasi (Walker&Sampson, 2013b). Pembelajaran *ADI*

juga mengharuskan mahasiswa terlibat dalam berbagai kegiatan diskusi baik diskusi kelompok maupun diskusi kelas. Chung *et.al* (2016) mengemukakan bahwa argumentasi terkait dengan keterampilan komunikasi. Siswa dengan kemampuan komunikasi yang baik mempunyai potensi untuk terlibat secara efektif dalam kegiatan inkuiri tingkat lanjut yang memanfaatkan argumentasi, diskusi berbasis bukti, dan pengambilan keputusan.

Secara spesifik, model pembelajaran *ADI* dapat lebih meningkatkan aspek-aspek kemampuan berargumentasi ilmiah. Hal ini dikarenakan dalam model pembelajaran ini terdapat langkah-langkah yang secara eksplisit dan jelas dalam mengembangkan kemampuan berargumentasi mahasiswa. Hal ini didukung oleh temuan McNeill *et.al* (2016) yang mengemukakan bahwa kemampuan berargumentasi meningkat ketika dilatih menggunakan proses pembelajaran yang di dalamnya melatih kemampuan berargumentasi. Begitu pula dalam Putri *et.al* (2020) dan Songsil *et.al* (2019) dijelaskan bahwa model pembelajaran *ADI* melatih siswa mengkonstruksi argumen dengan mengevaluasi konten dan informasi yang telah mahasiswa peroleh dan membantu memperbaiki celah dalam pemahaman mereka. Hal ini berarti bahwa proses pembelajaran menggunakan model pembelajaran *ADI* dapat meningkatkan secara signifikan kemampuan berargumentasi siswa. Temuan lainnya menjelaskan bahwa pembelajaran *ADI* secara signifikan mempermudah siswa menyusun argumen yang tepat baik secara lisan maupun tertulis yang mencakup keterampilan membuat klaim, menyertakan bukti-bukti untuk mendukung klaim, analisis dan menjelaskan bukti-bukti untuk mendukung klaim, menulis argumentasi ilmiah, serta lebih meningkatkan kebermaknaan kegiatan praktikum dalam inkuiri ilmiah. Selain itu, melalui model pembelajaran ini, siswa mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan bernalar yang lebih kompleks, dan meningkatkan kemampuan berkomunikasi. (Walker & Sampson, 2013a; 2013b).

PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis data dapat disimpulkan bahwa kemampuan berargumentasi ilmiah mahasiswa calon guru IPA lebih meningkat secara signifikan jika diajar melalui model *Argument-Driven Inquiry (ADI)* dibandingkan dengan pembelajaran dengan model inkuiri terbimbing. Setiap tahapan dalam model pembelajaran *ADI* dapat melatih kemampuan berargumentasi ilmiah mahasiswa. Dalam penelitian ini hanya mencakup pada kemampuan berargumentasi ilmiah secara tertulis sehingga perlu penelitian lanjutan terkait pengaruh terhadap kemampuan berargumentasi ilmiah secara lisan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afgani, T., Hasnunidah, N., & Surbakti, A. (2020). Pengaruh Model Pembelajaran *Argument-Driven Inquiry (ADI)* Dan Gender Terhadap Keterampilan Argumentasi Siswa. *Jurnal Bioterdidik: Wahana Ekspresi Ilmiah*, 8(1), 1-10.
- Andriani, N., Triandana, L., Supardi, S., Saparini, S., & Patriot, E. A. (2023). Kemampuan Berargumentasi Siswa Menggunakan Model Toulmin pada Materi Hukum Newton di SMP Negeri 57 Palembang. *Jurnal Ilmu Fisika dan Pembelajarannya (JIFP)*, 7(2), 33-39.
- Brophy, J. (1999). Toward a model of the value aspects of motivation in education: Developing appreciation for.. *Educational psychologist*, 34(2), 75-85.
- Chung, Y., Yoo, J., Kim, S. W., Lee, H., & Zeidler, D. L. (2016). Enhancing Students' communication Skills in the Science Classroom through Socioscientific Issues. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14, 1-27.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research Methods In Education*. New York : Taylor & Francis e-library
- Dwiretno, G., & Setyarsih, W. (2018). Pembelajaran fisika menggunakan model *Argument Driven Inquiry (ADI)* untuk melatih kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 7(2), 337-340.
- 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.
- Irvan, A., & Admoko, S. (2020). Analisis kemampuan argumentasi ilmiah siswa berbasis pola toulmin's argument pattern (tap) menggunakan model argument driven inquiry

- dan diskusi pada pembelajaran fisika sma. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 9(03), 318-324.
- McNeill, K. L., González-Howard, M., Katsh-Singer, R., & Loper, S. (2016). Pedagogical content knowledge of argumentation: Using classroom contexts to assess high-quality PCK rather than pseudoargumentation. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(2), 261-290.
- Muhiddin, S. T. (2015). *Pembelajaran IPA Terpadu Pencemaran Lingkungan Dengan Argument-Driven Inquiry Untuk Meningkatkan Kemampuan Berargumentasi Ilmiah Dan Rasa Ingin Tahu Siswa SMP* (Doctoral dissertation, Universitas Pendidikan Indonesia)
- Muslim & Suhandi, A. (2012). *Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika Sekolah Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Kemampuan Berargumentasi Calon Guru Fisika*. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia* 8 (2012) 174-183
- Nasution, E. S. (2019). Peningkatan keterampilan berargumentasi ilmiah pada siswa melalui model pembelajaran argument-driven inquiry (ADI). *Jurnal Eksakta Pendidikan (Jep)*, 3(2), 100-108.
- Osborne, J. F., Borko, H., Fishman, E., Gomez Zaccarelli, F., Berson, E., Busch, K. C., Reigh, E., & Tseng, A. (2019). Impacts of a Practice-Based Professional Development Program on Elementary Teachers' Facilitation of and Student Engagement with Scientific Argumentation. *American Educational Research Journal*, 56(4), 1067-1112. <https://doi.org/10.3102/0002831218812059>
- Özdem Yilmaz, Y., Cakiroglu, J., Ertepinar, H., & Erduran, S. (2017). The pedagogy of argumentation in science education: science teachers' instructional practices. *International Journal of Science Education*, 39(11), 1443-1464.
- Sari, R. A., Musthafa, B., & Yusuf, F. N. (2021). Pembelajaran Argument Driven Inquiry pada Materi Suhu dan Kalor untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa. *10. jpp*, 21, 37134.
- Sandoval, W. A., Enyedy, N., Redman, E. H., & Xiao, S. (2019). Organising a culture of argumentation in elementary science. *International Journal of Science Education*, 41(13), 1848-1869.
- Siregar, N., & Pakpahan, R. A. (2020). Kemampuan Argumentasi IPA Siswa Melalui Pembelajaran Argument Driven Inquiry (ADI). *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 10(2), 94-103. <https://doi.org/10.24929/lensa.v10i2.113>
- Songsil, W., Pongsophon, P., Boonsoong, B., & Clarke, A. (2019). Developing scientific argumentation strategies using revised argument-driven inquiry (rADI) in science classrooms in Thailand. *Asia-Pacific Science Education*, 5(1), 1-22.
- Sundari, P. D., & Sarkity, D. (2021). Keterampilan berpikir kritis siswa SMA pada materi suhu dan kalor dalam pembelajaran fisika. *Journal of Natural Science and Integration*, 4(2), 149-161.
- Toulmin, S. (2003). *The Uses of Argument*. New York: Cambridge University Press.
- Walker, J.P & Sampson, V. (2013a). *Argument-Driven Inquiry: Using the Laboratory To Improve Undergraduates' Science Writing Skills through Meaningful Science Writing, Peer-Review, and Revision*. American Chemical Society and Division of Chemical Education, Inc. *J. Chem. Educ.* 2013, 90, 1269-1274
- Walker, J.P & Sampson, V. (2013b). *Learning and Argue and Arguing to Learn: Argumnet-Driven Inquiry as A Way to Help Undergraduate Chemistry Students Learn How to Construct Arguments and Engage in Argumentation During a Laboratory Course*. *Journal of Research in Science TeachinG* Vol. 50 No.5. PP 561-596 (2013)
- Walker, J. P., Van Duzor, A. G., & Lower, M. A. (2019). Facilitating argumentation in the laboratory: The challenges of claim change and justification by theory. *Journal of Chemical Education*, 96(3), 435-444.