

PENINGKATAN KEMAMPUAN ARGUMENTASI PESERTA DIDIK MELALUI MODEL *ARGUMENT DRIVEN INQUIRY* BERBASIS *SOCIO-SCIENTIFIC ISSUES* DALAM PEMBELAJARAN FISIKA

Suci Ambarwati*, Titin Sunarti

Universitas Negeri Surabaya, Indonesia

*Corresponding author: suciambarwati.21056@mhs.unesa.ac.id

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan efektivitas model *Argument Driven Inquiry* berbasis *Socio-Scientific Issues* dalam pembelajaran fisika pada materi energi terbarukan dalam meningkatkan kemampuan argumentasi peserta didik. Metode yang digunakan adalah pre-eksperimental dengan desain *one group pretest-posttest* pada peserta didik kelas X SMAN 7 Surabaya. Instrumen penelitian meliputi lembar observasi keterlaksanaan, tes kemampuan argumentasi berbasis *Toulmin Argumentation Pattern* (TAP), dan angket respons peserta didik. Hasil penelitian menunjukkan keterlaksanaan pembelajaran berada dalam kategori sangat baik (>95%), peningkatan signifikan kemampuan argumentasi dengan rata-rata *N-gain* 0,82 (kategori tinggi), dan respons peserta didik sangat positif (>91%). Temuan ini menunjukkan bahwa model ADI berbasis SSI mampu meningkatkan kemampuan argumentasi peserta didik secara ilmiah.

Kata Kunci: *Argument Driven Inquiry*, *Socio-Scientific Issues*, Kemampuan Argumentasi, Energi Terbarukan, Pembelajaran Fisika

Abstract: This research aims to describe the effectiveness of the *Argument Driven Inquiry* model based on *Socio-Scientific Issues* in physics learning on the topic of renewable energy to enhance students' argumentation abilities. The method used was a pre-experimental design with a one-group pretest-posttest setup involving Grade X students at SMAN 7 Surabaya. The research instruments included observation sheets for learning implementation, an argumentation ability test based on the *Toulmin Argumentation Pattern* (TAP), and a student response questionnaire. The results showed that the implementation of learning was in the "very good" category (>95%), a significant improvement in argumentation ability with an average *N-gain* of 0.82 (high category), and very positive student responses (>91%). These findings indicate that the integration of the ADI model with the SSI approach effectively enhances students' scientific argumentation skills.

Keywords: *Argument Driven Inquiry*, *Socio-Scientific Issues*, *Argumentation Skills*, *Renewable Energy*, *Physics Learning*

PENDAHULUAN

Pembelajaran abad ke-21 menekankan pentingnya penguasaan keterampilan berpikir tingkat tinggi (*higher-order thinking skills*), salah satunya adalah kemampuan argumentasi. Argumentasi tidak hanya sekadar menyampaikan pendapat, tetapi juga menyusun klaim yang didukung oleh data dan alasan logis (Erduran et al., 2004). Dalam konteks pembelajaran sains, kemampuan argumentasi memiliki peran penting dalam membantu peserta didik mengembangkan literasi sains, berpikir kritis, dan menyusun keputusan yang berbasis pada bukti empiris (Osborne, 2010).

Di dalam dunia pendidikan, kemampuan argumentasi menjadi semakin penting seiring dengan berkembangnya paradigma pembelajaran dari yang berorientasi pada hasil, menuju pada proses. Kurikulum Merdeka yang mulai diterapkan di Indonesia pun menekankan pentingnya pembelajaran yang kontekstual, partisipatif, dan mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreatif,

serta komunikatif. Dalam hal ini, kemampuan argumentasi menjadi pondasi bagi peserta didik untuk dapat berpendapat secara ilmiah, mempertahankan gagasannya, mengevaluasi argumen orang lain, serta mengambil keputusan berbasis bukti dan etika. Kemampuan ini juga menjadi bagian dari literasi sains, yang menurut OECD (2018) merupakan kompetensi utama yang dibutuhkan di era globalisasi.

Namun demikian, kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa pembelajaran di sekolah masih banyak yang bersifat konvensional, di mana pembelajaran berpusat pada guru. Model ceramah dan hafalan masih mendominasi, yang menyebabkan rendahnya partisipasi aktif peserta didik dalam diskusi ilmiah dan lemahnya kemampuan argumentasi mereka (Mu'minin & Fauziah, 2022). Data awal dari pra-penelitian yang dilakukan di SMAN 7 Surabaya menunjukkan bahwa tingkat argumentasi peserta didik hanya mencapai 42,45%, dan sebagian besar peserta didik mengalami kesulitan menyusun argumen yang didukung bukti ilmiah yang kuat. Ini menunjukkan adanya kebutuhan untuk mengimplementasikan strategi pembelajaran yang mampu menumbuhkan kemampuan argumentasi.

Rendahnya kemampuan argumentasi peserta didik tersebut tidak dapat dilepaskan dari pola pembelajaran yang masih dominan diterapkan di kelas. Pendekatan konvensional yang bersifat *teacher-centered*, di mana guru menjadi pusat informasi dan peserta didik hanya sebagai penerima pasif, masih menjadi praktik yang umum. Pembelajaran masih banyak didominasi oleh ceramah, latihan soal, dan penekanan pada hafalan konsep, sehingga ruang untuk berdiskusi, mempertanyakan, dan menyampaikan pendapat menjadi sangat terbatas. Peserta didik jarang diberikan kesempatan untuk merancang penyelidikan ilmiah sendiri, mengumpulkan data, atau menyusun dan membela argumen berdasarkan temuan mereka sendiri. Akibatnya, proses pembelajaran menjadi kering secara intelektual dan kurang relevan dengan konteks kehidupan nyata peserta didik.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan pendekatan pembelajaran yang mampu menumbuhkan kemampuan argumentasi peserta didik secara sistematis. Salah satu model pembelajaran yang efektif untuk tujuan tersebut adalah model *Argument Driven Inquiry*. Model ADI dikembangkan sebagai pendekatan inkuiri ilmiah yang menempatkan penyusunan dan pembelaan argumen sebagai bagian pusat dalam proses belajar. Dalam pembelajaran berbasis ADI, peserta didik tidak hanya melakukan eksperimen, tetapi juga didorong untuk menyusun pertanyaan investigatif, merancang prosedur, mengumpulkan dan menganalisis data, serta menyusun argumen dalam bentuk lisan dan tulisan ilmiah. Mereka juga diberi kesempatan untuk mempresentasikan argumen mereka kepada kelompok lain, menerima umpan balik, dan merevisi argumen mereka berdasarkan refleksi serta diskusi kelas (Sampson & Clark, 2008).

Model pembelajaran *Argument Driven Inquiry* merupakan salah satu model pembelajaran yang dinilai efektif untuk meningkatkan kemampuan argumentasi. Model ini menekankan pentingnya penyelidikan ilmiah, penyusunan argumen berbasis bukti, serta refleksi terhadap proses belajar (Sampson & Clark, 2008). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa model ADI dapat mendorong peserta didik untuk berpikir lebih reflektif dan meningkatkan kemampuan menulis serta berdiskusi secara ilmiah (Grooms et al., 2015).

Keunggulan dari model ADI adalah adanya fokus yang eksplisit pada proses penyusunan argumen berbasis struktur ilmiah yang valid, seperti kerangka *Toulmin Argumentation Pattern* yang mencakup elemen-elemen *claim* (klaim), *ground* (bukti), *warrant* (alasan), *backing* (dukungan), *qualifier* (batasan), dan *rebuttal* (sanggahan). Dengan melibatkan peserta didik dalam aktivitas tersebut secara berulang dan terstruktur, model ini terbukti mampu meningkatkan kemampuan menulis sains, komunikasi ilmiah, serta berpikir kritis peserta didik (Marhamah et al., 2017). Selain itu, ADI juga mengedepankan kolaborasi dan dialog ilmiah antar peserta didik, yang sangat relevan dengan prinsip pembelajaran sosial-konstruktivistik.

Agar pembelajaran ADI menjadi lebih bermakna dan kontekstual, model ini dapat diintegrasikan dengan pendekatan *Socio-Scientific Issues*. Pendekatan SSI menekankan pada penggunaan isu-isu sosial yang berkaitan dengan sains dalam kehidupan nyata sebagai konteks pembelajaran. Isu-isu seperti konversi energi dan efisiensi energi yang digunakan sebagai pemantik bagi peserta didik untuk berpikir secara ilmiah, mempertimbangkan nilai-nilai sosial dan etika, serta menyusun argumen berdasarkan berbagai perspektif. SSI tidak hanya mendorong literasi sains, tetapi

juga menumbuhkan kepedulian sosial dan kemampuan pengambilan keputusan yang bertanggung jawab (Viehman et al., 2024).

Pendekatan *Socio-Scientific Issues* memberikan konteks pembelajaran yang bermakna dengan mengintegrasikan isu-isu sosial dan sains dalam kehidupan nyata, seperti energi terbarukan, perubahan iklim, dan isu lingkungan lainnya (Zeidler & Sadler, 2011). Pendekatan ini memfasilitasi peserta didik untuk berpikir secara etis, mempertimbangkan berbagai perspektif, dan menyusun argumen berbasis bukti ilmiah serta nilai sosial (Viehman et al., 2024).

Penggabungan antara model ADI dan pendekatan SSI diyakini dapat menjadi solusi strategis untuk meningkatkan kemampuan argumentasi peserta didik. Materi energi terbarukan menjadi topik yang sangat sesuai untuk pendekatan ini, karena mengandung kompleksitas ilmiah dan sosial, serta dapat memicu perdebatan berbasis bukti yang konstruktif. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji implementasi model ADI berbasis SSI dalam pembelajaran fisika serta dampaknya terhadap kemampuan argumentasi peserta didik kelas X di SMAN 7 Surabaya.

Topik energi terbarukan merupakan salah satu materi dalam pembelajaran fisika yang sangat tepat untuk diterapkan dalam model ADI berbasis SSI. Isu mengenai energi tidak hanya berkaitan dengan aspek teknis dan ilmiah seperti konversi energi, efisiensi, dan hukum kekekalan energi, tetapi juga menyangkut dimensi sosial dan kebijakan publik, seperti dampak lingkungan. Peserta didik dapat diajak untuk menyelidiki berbagai bentuk energi terbarukan, membandingkan kelebihan dan kekurangannya, serta menyusun argumen mengenai pilihan energi yang paling layak diterapkan di lingkungan mereka. Aktivitas ini membuka ruang untuk berpikir ilmiah sekaligus mempertimbangkan nilai-nilai sosial dan etika, sebagaimana yang ditekankan dalam pendekatan SSI.

Oleh karena itu, penting dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengkaji implementasi model pembelajaran *Argument Driven Inquiry* berbasis *Socio-Scientific Issues* dalam meningkatkan kemampuan argumentasi peserta didik. Penelitian ini tidak hanya akan memberikan gambaran mengenai efektivitas model tersebut dalam konteks pembelajaran fisika, tetapi juga berkontribusi dalam pengembangan strategi pembelajaran sains yang lebih dialogis, kontekstual, dan transformatif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif-kuantitatif dengan jenis pre-eksperimental dan *desain one group pretest-posttest*. Desain ini dipilih untuk mengetahui dampak dari penerapan model *Argument Driven Inquiry* berbasis *Socio-Scientific Issues* terhadap peningkatan kemampuan argumentasi peserta didik. Waktu pengambilan data dilakukan pada 14 hingga 23 Mei 2025. Subjek penelitian adalah peserta didik kelas X-3, X-7, dan X-8 di SMAN 7 Surabaya tahun ajaran 2024/2025 yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* berdasarkan kesiapan guru dan kesesuaian jadwal pembelajaran.

Penelitian dilaksanakan dalam beberapa tahapan, yaitu perencanaan, pelaksanaan pembelajaran, dan evaluasi. Pada tahap perencanaan, peneliti menyusun perangkat pembelajaran yang terdiri atas modul ajar, lembar kerja peserta didik (LKPD), *handout*, serta instrumen penelitian seperti lembar observasi, soal *pretest-posttest* kemampuan argumentasi, dan angket respons pesert didik. Seluruh perangkat dan instrumen telah melalui proses validasi oleh ahli, serta diuji kevalidannya sebelum digunakan dalam penelitian.

Pelaksanaan pembelajaran dilakukan dengan menerapkan model ADI berbasis SSI dalam dua kali pertemuan, masing-masing berdurasi dua jam pelajaran (2x45 menit). Pembelajaran diawali dengan pemicu berupa isu sosial terkait energi terbarukan, kemudian dilanjutkan dengan proses inkuiri yang melibatkan penyusunan pertanyaan, eksperimen sederhana, diskusi kelompok, presentasi argumen, serta revisi berdasarkan umpan balik. Peserta didik diajak untuk mengembangkan argumen ilmiah menggunakan struktur *Toulmin Argumentation Pattern* (*claim, ground, warrant, backing, qualifier, rebuttal*) yang menjadi dasar penilaian kemampuan argumentasi.

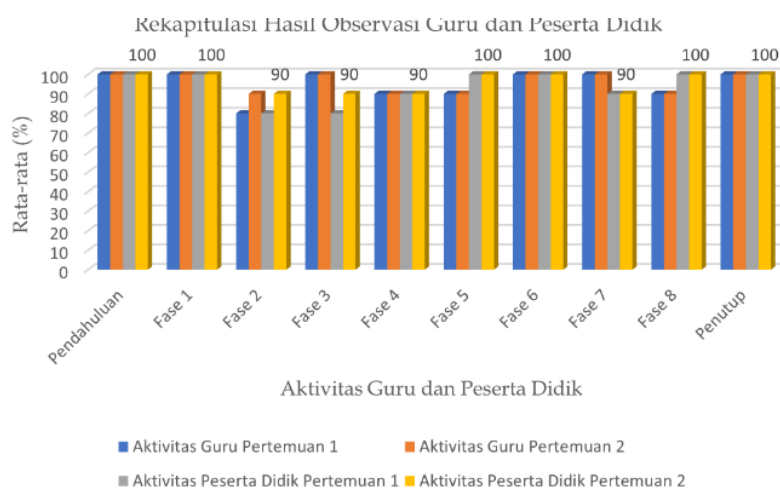
Pengumpulan data dilakukan melalui tiga teknik utama: observasi keterlaksanaan pembelajaran oleh dua observer menggunakan lembar observasi; pengukuran kemampuan argumentasi menggunakan soal *pretest* dan *posttest*; serta angket respons untuk mengetahui tanggapan peserta didik terhadap pembelajaran. Data hasil *pretest* dan *posttest* dianalisis menggunakan statistik deskriptif. Analisis peningkatan kemampuan argumentasi dilakukan menggunakan perhitungan *N-gain*, sedangkan uji *paired sample t-test* digunakan untuk mengetahui

signifikansi perbedaan sebelum dan sesudah perlakuan. Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan antar kelas, dilakukan uji ANAVA satu jalur. Analisis respons peserta didik dilakukan secara deskriptif berdasarkan kategori persentase respons peserta didik.

Dengan metode ini, penelitian diharapkan dapat memberikan gambaran yang objektif mengenai efektivitas model ADI berbasis SSI dalam meningkatkan kemampuan argumentasi peserta didik serta implikasinya dalam pembelajaran fisika kontekstual berbasis isu sosial.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keterlaksanaan pembelajaran model *Argument Driven Inquiry* berbasis *Socio-Scientific Issues* dilakukan oleh dua observer melalui lembar observasi yang digunakan untuk mengamati aktivitas guru dan peserta didik. Disajikan rekapitulasi hasil observasi aktivitas guru dan peserta didik selama dua pertemuan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Rekapitulasi Hasil Observasi Aktivitas Guru dan Peserta Didik

Berdasarkan Gambar 1., menunjukkan bahwa aktivitas pembelajaran selama dua pertemuan berlangsung dengan sangat baik di setiap fase pembelajaran. Secara umum, grafik menunjukkan bahwa rata-rata persentase aktivitas guru dan peserta didik berada pada kisaran 90% hingga 100%, yang mencerminkan tingkat keterlaksanaan pembelajaran yang sangat tinggi. Pada fase pendahuluan, seluruh aktivitas guru dan peserta didik mencapai angka 100% di kedua pertemuan. Hal ini menunjukkan bahwa guru mampu mengawali pembelajaran dengan baik, termasuk dalam memberikan apersepsi, menyampaikan tujuan pembelajaran, serta membangun suasana kelas yang kondusif. Peserta didik juga menunjukkan kesiapan yang tinggi dalam mengikuti pembelajaran sejak awal.

Memasuki fase 1 hingga fase 4, aktivitas guru dan peserta didik masih tinggi, meskipun terdapat sedikit penurunan pada pertemuan pertama, terutama pada fase 2 dan 4, dengan persentase aktivitas guru berada di angka 85% dan aktivitas peserta didik di kisaran 85%–90%. Penurunan ini kemungkinan disebabkan oleh proses adaptasi terhadap model pembelajaran yang digunakan, yaitu *Argument-Driven Inquiry* berbasis *Socio-Scientific Issues*. Namun, pada pertemuan kedua, persentase aktivitas meningkat kembali hingga menyentuh angka 90%–100%, yang menandakan bahwa baik guru maupun peserta didik mulai terbiasa dan mampu menjalankan proses pembelajaran dengan lebih optimal.

Persentase semakin membaik pada fase 5 dan fase 6, di mana aktivitas guru dan peserta didik di kedua pertemuan mencapai angka 100%. Ini menunjukkan bahwa proses pembelajaran yang melibatkan pengumpulan data, analisis, dan penyusunan argumen berlangsung secara efektif. Peserta didik mulai menunjukkan keterlibatan aktif, bekerja sama dalam kelompok, dan menyampaikan argumen secara terbuka sesuai prinsip model ADI. Pada fase ini, guru juga berperan maksimal sebagai fasilitator yang membimbing peserta didik dalam mengevaluasi argumen dan menyusun kesimpulan

berdasarkan bukti ilmiah. Fase ini mencerminkan keberhasilan utama dari penerapan model ADI berbasis SSI karena peserta didik benar-benar terlibat dalam proses berpikir ilmiah.

Selanjutnya, pada fase 7 dan fase 8, meskipun masih berada dalam rentang persentase tinggi, terdapat sedikit penurunan aktivitas pada pertemuan pertama, terutama pada aktivitas guru (90%) dan peserta didik (sekitar 85%). Hal ini mungkin disebabkan oleh kompleksitas kegiatan seperti revisi argumen dan penilaian sejawat yang membutuhkan konsentrasi tinggi serta pengelolaan waktu yang efisien. Namun demikian, pertemuan kedua menunjukkan adanya perbaikan dan peningkatan aktivitas, yang mengindikasikan bahwa guru melakukan evaluasi proses pembelajaran dan berhasil meningkatkan efektivitas fasilitasi di pertemuan selanjutnya. Pada fase penutup, seluruh aktivitas guru dan peserta didik kembali mencapai angka 100%, menunjukkan bahwa penutup pembelajaran yang mencakup refleksi, penyimpulan, dan tindak lanjut dilaksanakan dengan sangat baik.

Pada fase awal, konsistensi aktivitas yang tinggi menunjukkan bahwa peserta didik cepat terhubung dengan konteks pembelajaran. Hal ini dapat dikaitkan dengan karakteristik pembelajaran ADI berbasis SSI yang dimulai dari pemicu berupa isu-isu sosial yang relevan dan memantik rasa ingin tahu. Namun, dinamika aktivitas peserta didik di fase-fase tengah, terutama ketika mereka mulai mengembangkan argumen berdasarkan data atau menyusun justifikasi ilmiah, memperlihatkan adanya tantangan yang lebih konseptual. Artinya, meskipun secara fisik mereka terlibat, ada proses penyesuaian terhadap tuntutan berpikir tingkat tinggi yang menjadi inti dari model ADI. Justru di sinilah nilai pembelajaran berbasis argumen diuji, karena peserta didik mulai bergerak dari sekadar menerima informasi menjadi pengolah dan penyaji gagasan yang dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Respons peserta didik yang meningkat pada pertemuan kedua di hampir semua fase mencerminkan daya adaptasi terhadap pendekatan pembelajaran ini. Proses ini sejalan dengan teori *scaffolding*, di mana guru memberikan dukungan pada awalnya, namun secara bertahap mengalihkan tanggung jawab belajar kepada peserta didik. Aktivitas guru yang tetap tinggi menunjukkan bahwa peran fasilitator telah dijalankan dengan efektif tidak mendominasi, tetapi juga tidak melepaskan proses. Guru dalam konteks ini berfungsi sebagai penjaga alur argumentasi ilmiah dan pembimbing dalam menyusun klaim, data, serta penalaran yang logis, sesuai prinsip ADI.

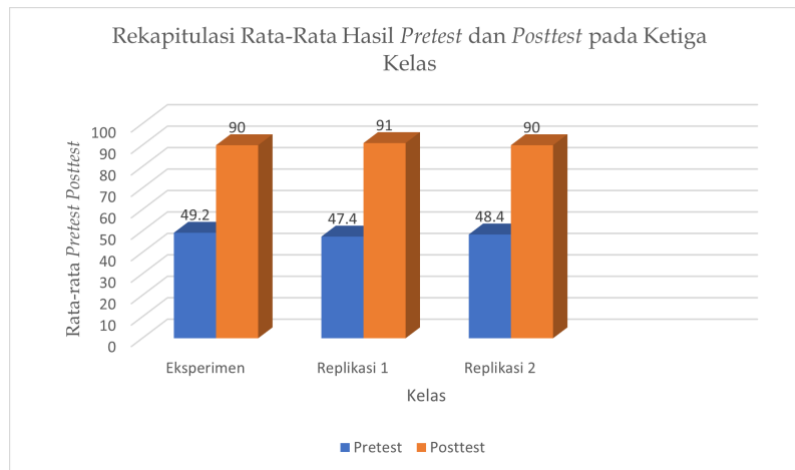
Puncak efektivitas tampak pada fase ketika peserta didik mulai melakukan evaluasi terhadap argumen mereka sendiri atau milik kelompok lain. Pada titik ini, pembelajaran tidak lagi menjadi proses pasif atau ritual rutin, melainkan dialog ilmiah yang memerlukan keterbukaan, keberanian menyampaikan ide, serta kemampuan berpikir reflektif. Aktivitas tinggi pada fase penutup juga bukan sekadar simbol keberhasilan administratif, tetapi cerminan dari pembelajaran yang ditutup dengan pemahaman yang utuh, karena peserta didik diajak merefleksi, menyimpulkan, dan menyusun tindak lanjut dari hasil pembelajaran mereka.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model ADI berbasis SSI tidak hanya mencapai tingkat keterlaksanaan yang tinggi secara teknis, tetapi juga secara konsisten mendorong berkembangnya kemampuan argumentasi peserta didik. Pelaksanaan pembelajaran yang optimal di hampir semua tahapan, khususnya pada sesi diskusi, penyusunan argumen, dan kegiatan saling mereviu antar peserta didik, memberikan kontribusi nyata terhadap peningkatan komponen argumentasi seperti *rebuttal*, *qualifier*, dan *warrant*. Dengan kata lain, semakin intens keterlibatan peserta didik dalam kegiatan yang bersifat dialogis dan eksploratif, semakin terasah pula kemampuan mereka dalam menyusun argumen yang mendalam dan reflektif.

Secara menyeluruh, pelaksanaan pembelajaran menggunakan model ADI berbasis SSI di berbagai kelas tergolong sangat baik. Guru mampu mengarahkan proses pembelajaran berbasis isu nyata secara ilmiah, yang tidak hanya mengembangkan aspek kognitif peserta didik, tetapi juga secara sistematis melatih kemampuan argumentatif melalui interaksi sosial serta refleksi kritis. Temuan ini konsisten dengan hasil peningkatan kemampuan argumentasi peserta didik pada seluruh aspek (klaim, data pendukung, dasar penalaran, penguat, pembatas, dan sanggahan), serta menunjukkan adanya pembentukan sikap ilmiah yang lebih berkembang.

Penemuan ini juga diperkuat oleh hasil penelitian sebelumnya, seperti yang disampaikan oleh Rahmah dan Ristanto (2021) yang menunjukkan bahwa model ADI efektif untuk melatih kemampuan berpikir argumentatif dan kolaboratif melalui kegiatan ilmiah berbasis isu. Selain itu, Rahayu dan Widodo (2020) mengemukakan bahwa pendekatan berbasis SSI mampu mendorong

peserta didik untuk berpikir kritis dan menyampaikan pendapat secara logis dalam konteks isu-isu sains. Penelitian ini juga selaras dengan temuan Fadhilah dan Ariyani (2022) yang menyatakan bahwa integrasi antara model ADI dan pendekatan sosial-sains mampu meningkatkan mutu pembelajaran argumentasi di dalam kelas. Kemudian untuk mengetahui peningkatan rata-rata skor *pretest* dan *posttest*, dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rekapitulasi Rata-rata Hasil *Pretest* dan *Posttest* pada Ketiga Kelas

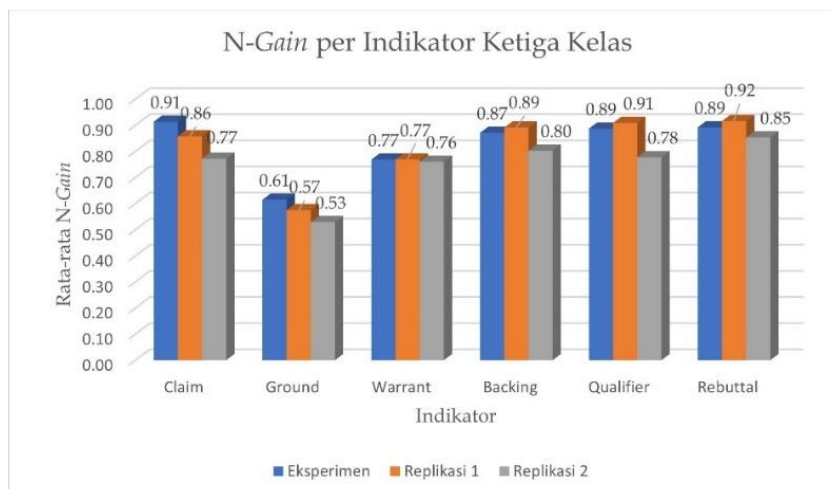
Berdasarkan Gambar 2, peningkatan signifikan antara skor *pretest* dan *posttest* tidak dapat hanya diartikan sebagai efek dari proses pembelajaran biasa. Ketika ketiga kelas baik kelas eksperimen maupun dua kelas replikasi menunjukkan peningkatan yang hampir identik, hal ini mencerminkan konsistensi dalam penerapan ADI berbasis SSI. Model ini dirancang untuk mengaktifkan keterlibatan kognitif peserta didik secara menyeluruh melalui tahapan eksplorasi masalah sosial, pengajuan pertanyaan, desain investigasi, penyusunan argumen, dan proses debat terbuka yang melibatkan justifikasi ilmiah. Peningkatan skor secara seragam di seluruh kelas menandakan bahwa model ini bukan hanya efektif secara teori, tetapi juga berhasil direalisasikan secara teknis di lapangan, termasuk di kelas replikasi yang mungkin tidak difasilitasi langsung oleh peneliti utama. Hal ini juga didukung oleh hasil analisis uji ANAVA dengan nilai signifikansi sebesar 0,071 yang menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan dalam rata-rata peningkatan kemampuan argumentasi antar ketiga kelas.

Lebih dalam lagi, transformasi yang terjadi tidak sekadar kuantitatif, melainkan juga bersifat kualitatif: peserta didik yang sebelumnya memiliki pemahaman awal yang rendah terhadap konsep, mampu secara mandiri membangun pemahaman yang lebih utuh melalui proses belajar yang menuntut eksplorasi, kolaborasi, dan refleksi kritis. Ini menunjukkan bahwa peningkatan yang terjadi bukan akibat metode konvensional seperti ceramah atau latihan soal semata, melainkan akibat aktivitas berpikir tingkat tinggi yang dibangun melalui mekanisme ADI berbasis SSI. Dalam konteks ini, hasil *posttest* mencerminkan keberhasilan model dalam membangun pemahaman konseptual yang lebih dalam karena pembelajaran tidak bersifat pasif, melainkan mendorong peserta didik untuk memproduksi pengetahuan melalui konstruksi argumen berbasis bukti.

Selain itu, keberhasilan ini juga mencerminkan bahwa seluruh fase dalam ADI berbasis SSI mulai dari pemaparan isu sosial yang kontekstual hingga presentasi argumen yang diperdebatkan antar kelompok dilaksanakan secara utuh dan konsisten. Keberhasilan di kelas replikasi menandakan bahwa model ini memiliki daya adaptif dan dapat direplikasi tanpa kehilangan esensi pedagogisnya. Temuan ini diperkuat oleh penelitian sebelumnya, seperti yang dilakukan oleh Rahayu dan Widodo (2020) juga mengemukakan bahwa penerapan pendekatan SSI mendorong peserta didik berpikir kritis dan menyusun pendapat ilmiah secara logis, terutama saat dihadapkan pada isu-isu sains yang kontekstual. Untuk mengetahui *N-gain* per indikator dari ketiga kelas disajikan pada Gambar 3.

Data *N-gain* per indikator yang ditampilkan dalam grafik tersebut merepresentasikan lebih dari sekadar angka, tetapi juga mencerminkan kualitas proses berpikir peserta didik yang dibentuk melalui interaksi dengan model pembelajaran *Argument-Driven Inquiry* berbasis *Socio-Scientific*

Issues. Jika dicermati secara analitis, tampak bahwa peningkatan argumentasi tidak terjadi secara seragam antar indikator, dan hal ini sangat berkaitan dengan jenis keterampilan berpikir yang dikembangkan pada setiap bagian dari struktur argumen Toulmin.

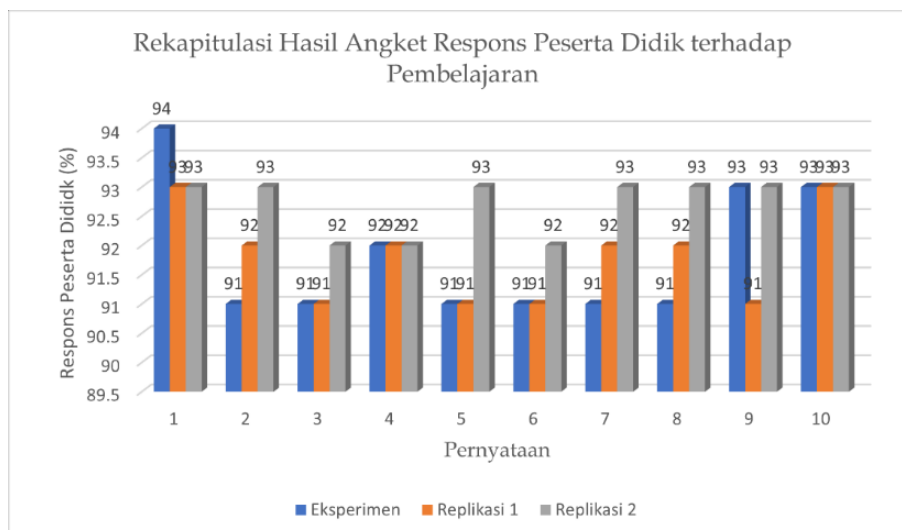


Gambar 3. Hasil *N-Gain* pada Setiap Indikator Kemampuan Argumentasi

Indikator *Claim* dan *Rebuttal* menunjukkan peningkatan tertinggi bukan karena peserta didik lebih mudah mempelajarinya secara konten, melainkan karena kedua indikator tersebut sangat dekat dengan aktivitas eksplisit dalam pembelajaran ADI berbasis SSI. Sejak awal, model ini menuntut peserta didik untuk menyatakan pendapat terhadap isu kontekstual (membangun *claim*) dan mempertahankannya dalam diskusi terbuka (melalui *rebuttal*). Ini berarti bahwa keberhasilan indikator-indikator tersebut menunjukkan kesesuaian langsung antara pendekatan pembelajaran dan struktur berpikir yang diasah. Artinya, ADI berbasis SSI memang dirancang untuk menciptakan lingkungan belajar yang mendorong peserta didik mengekspresikan ide dan menanggapi pendapat berbeda dalam situasi yang bernuansa sosial dan ilmiah sekaligus. Proses ini mengembangkan keberanian berpendapat sekaligus keterampilan berpikir reflektif secara bersamaan. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian ini juga mendukung temuan dari Fadhillah dan Ariyani (2022) bahwa integrasi model ADI dan isu sosial-sains dapat meningkatkan kualitas pembelajaran argumentatif di kelas.

Namun, indikator *Ground* atau *Warrant*, terlihat bahwa peningkatannya tidak setinggi indikator lainnya, yang menandakan bahwa aspek pembelajaran yang menuntut keterampilan menyusun justifikasi berbasis data atau mengaitkan bukti dengan klaim belum sepenuhnya optimal. Secara analitis, ini menunjukkan bahwa meskipun ADI berbasis SSI telah mampu memantik minat dan keterlibatan peserta didik dalam berargumen, tantangan terbesar ada pada transisi dari pendapat subjektif ke argumen ilmiah yang berbasis bukti. Artinya, peserta didik masih berada pada tahap mengembangkan kebiasaan ilmiah kebiasaan untuk mencari, memahami, dan menggunakan data secara sistematis untuk memperkuat argumen mereka. Ini adalah bukti bahwa berpikir kritis bukan hanya soal menyanggah atau mengklaim, tetapi terutama terletak pada proses pembuktian dan keterkaitan logis antar elemen berpikir, yang masih memerlukan pendampingan intensif dari guru.

Fakta bahwa indikator *Backing* dan *Qualifier* memperlihatkan peningkatan cukup merata di semua kelas memperkuat premis bahwa struktur berpikir kompleks dapat terbentuk jika pembelajaran dirancang tidak hanya berbasis konten, tetapi juga dialog dan eksplorasi terbuka. Dalam ADI berbasis SSI, peserta didik dilatih untuk memahami bahwa tidak semua argumen bersifat mutlak mereka belajar untuk menyisipkan ketentuan, batasan, atau kondisi (*qualifier*), serta menyiapkan dukungan tambahan (*backing*) yang memperkuat alasan mereka. Secara pedagogis, ini menunjukkan bahwa pembelajaran yang mengandung unsur ketidakpastian sosial dan ruang diskusi terbuka secara efektif mendorong peserta didik untuk mempertimbangkan kompleksitas, bukan sekadar mencari kebenaran tunggal. Untuk mengetahui hasil angket respons peserta didik terhadap pembelajaran yang telah dilakukan, data hasil angket dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Rekapitulasi Hasil Angket Respons Peserta Didik terhadap Pembelajaran

Keberhasilan model ini dalam membangun kemampuan argumentasi serta meningkatkan hasil belajar tidak dapat dilepaskan dari implementasi yang konsisten dan sinergis antar setiap fasenya. Bukti keberhasilan tersebut dapat dilihat salah satunya melalui Gambar 4. hasil angket respons peserta didik, yang menunjukkan respons positif secara merata terhadap keseluruhan proses pembelajaran.

Fase pertama dalam model ADI berbasis SSI, yaitu pendahuluan dan eksplorasi isu sosio-saintifik, menjadi fondasi awal yang menumbuhkan rasa ingin tahu dan membangun konteks pembelajaran. Respons tinggi pada pernyataan-pernyataan awal dalam grafik (terutama pernyataan ke-1 hingga ke-3), yang menunjukkan bahwa peserta didik merasa tertarik dan memahami topik yang dibahas, mencerminkan bahwa isu yang disajikan relevan dengan kehidupan mereka dan mampu membangkitkan motivasi belajar. Hal ini sangat penting karena fase awal ini menentukan kesiapan kognitif dan afektif peserta didik untuk masuk ke tahap selanjutnya.

Fase penyelidikan dan pengembangan argumen menuntut keterlibatan aktif peserta didik dalam menganalisis data, membangun klaim, dan merumuskan alasan serta bukti yang logis. Dalam grafik, respons terhadap pernyataan-pernyataan seperti nomor 4 dan 5 yang menyangkut keterlibatan dalam diskusi dan penyusunan argumen menunjukkan bahwa peserta didik merasakan pengalaman belajar sebagai proses eksploratif dan kolaboratif. Fase ini menjadi inti dari model ADI, karena di sinilah peserta didik berlatih berpikir kritis dan menyusun argumen yang berbasis data. Keberhasilan fase ini tercermin tidak hanya dari respons angket, tetapi juga dari peningkatan indikator *claim*, *warrant*, dan *backing* pada grafik *N-gain* sebelumnya.

Fase sesi argumentasi dan evaluasi argumen memperkuat aspek sosial dan reflektif dalam pembelajaran. Peserta didik belajar mengomunikasikan dan mempertahankan argumen mereka, sekaligus mengevaluasi argumen kelompok lain. Respons tinggi pada pernyataan ke-6 hingga ke-8 dalam grafik menunjukkan bahwa peserta didik merasa nyaman berdiskusi, menyampaikan pendapat, dan menghargai pandangan orang lain suatu bukti bahwa lingkungan diskusi dalam kelas terbangun dengan baik dan kondusif. Fase ini secara tidak langsung juga melatih metakognitif, yaitu kemampuan peserta didik menyadari proses berpikir mereka sendiri.

Fase terakhir, yaitu refleksi dan kesimpulan, menutup rangkaian pembelajaran dengan memberi kesempatan kepada peserta didik untuk menyusun kembali pemahaman dan menilai proses pembelajaran yang telah dilalui. Pernyataan ke-9 dan ke-10 yang menunjukkan respons sangat tinggi dari seluruh kelas menandakan bahwa peserta didik tidak hanya memahami materi, tetapi juga merasa bahwa proses pembelajaran bermanfaat dan memberi dampak positif terhadap cara berpikir mereka. Ini adalah indikasi bahwa model pembelajaran tidak hanya meningkatkan hasil akademik, tetapi juga membentuk sikap ilmiah dan kepercayaan diri dalam berargumentasi.

Secara umum, hasil respons peserta didik menunjukkan bahwa model pembelajaran ADI berbasis SSI diterima dengan sangat positif oleh peserta didik di ketiga kelas. Hal ini diperkuat oleh antusiasme mereka selama sesi diskusi kelompok, presentasi argumen, dan kegiatan tinjauan sejawat.

Hasil ini selaras dengan temuan dari Fadhilah dan Ariyani (2022), serta Rahayu dan Widodo (2020), yang menyimpulkan bahwa pendekatan pembelajaran berbasis *Socio-Scientific Issues* mampu meningkatkan motivasi belajar dan mendorong pengembangan keterampilan ilmiah peserta didik. Oleh karena itu, pembelajaran menggunakan model ADI berbasis SSI layak dijadikan sebagai inovasi dalam proses pembelajaran fisika, khususnya untuk mengembangkan kemampuan berpikir ilmiah dan argumentasi peserta didik melalui isu-isu kontekstual yang bermakna dan menantang.

KESIMPULAN

Model pembelajaran *Argument-Driven Inquiry* berbasis *Socio-Scientific Issues* terbukti terlaksana dengan sangat baik di seluruh fase pembelajaran, ditandai oleh keterlibatan aktif guru dan peserta didik serta konsistensi penerapan langkah-langkah pembelajaran. Keterlaksanaan ini berkontribusi langsung terhadap peningkatan kemampuan argumentasi peserta didik, yang tercermin dari tingginya nilai *N-gain* pada semua indikator argumentasi, terutama pada aspek *claim*, *rebuttal*, dan *backing*. Selain itu, respons peserta didik terhadap pembelajaran juga sangat positif, menunjukkan bahwa model ini tidak hanya efektif secara kognitif tetapi juga membangun minat, rasa percaya diri, dan keterlibatan emosional peserta didik dalam proses belajar.

DAFTAR PUSTAKA

- Erduran, Sibel, Shirley Simon, and Jonathan Osborne. (2004). TAPping into Argumentation: Developments in the Application of Toulmin's Argument Pattern for Studying Science Discourse. *Science Education*, 88(6), 915–33. <https://doi.org/10.1002/sce.20012>
- Fadhilah, N., & Ariyani, F. (2022). Penerapan Model Pembelajaran *Argument Driven Inquiry* berbasis *Socio-Scientific Issues* dalam Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 10(1), 55–62. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v10i1.23456>
- Fatmawati, D. R., Harlita, & Ramli, M. (2018). Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Peserta didik melalui *Action Reserach* dengan Fokus Tindakan *Think Pair Share*. *Proceeding Biology Educaton Conference*, 15(1), 253-259.
- Fihani, N., Hikmawati, V. Y., & Mu'minah, I. H. (2021). Pendekatan *Socio-Scientific Issue* (SSI) untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta didik SMA pada Konsep Virus. *Seminar Nasional Pendidikan*, 186-192.
- Greer, K., & Glaze, A. L. (2016). Socio-Scientific Argumentation as a Driver for Science Learning. In *Proceedings of the 5th International Conference: New Perspectives in Science Education*, (5). <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.14176.28160>
- 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.
- Hanifah, N., & Admoko, S. (2019). Penerapan Model Pembelajaran *Argument Driven Inquiry* (ADI) untuk Melatihkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Peserta Didik SMA. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 8(2), 593-597. <https://doi.org/10.26740/ipf.v8n2.p%25p>
- Marhamah, O. S., Nurlaelah, I., & Setiawati, I. (2017). Penerapan Model *Argument-Driven Inquiry* (ADI) dalam Meningkatkan Kemampuan Berargumentasi Peserta Didik pada Konsep Pencemaran Lingkungan Di Kelas X SMA Negeri 1 Ciawigebang. *Jurnal Pendidikan dan Biologi*, 9(2), 39-45.
- Mu'minin, A., & Fauziah, H. N. (2022). Efektivitas Model Pembelajaran *Problem-based Learning* Berbasis *Socioscientific* terhadap Kemampuan Argumentasi Peserta Didik. *Jurnal Tadris IPS Indonesia*, 2(2), 195-204. <https://doi.org/10.21154/jtii.v2i2.865>
- Nasution, E. S. (2019). Peningkatan Keterampilan Berargumentasi Ilmiah pada Peserta didik Melalui Model Pembelajaran *Argument-Driven Inquiry* (ADI). *Jurnal Eksakta Pendidikan*, 3(2), 100-108. <https://doi.org/10.24036/jep/vol3-iss2/375>
- Osborne, J. (2010). Arguing to Learn in Science: The Role of Collaborative, Critical Discourse. *Science*, 328(5977), 463–466. <https://doi.org/10.1126/science.1183944>
- OECD. (2018). *PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>

- Pertiwi, H., Amalia, I. F., & Gumilar, S. (2023). Application of The Socio-Scientific Issues (SSI) Learning Approach to The Solar System Learning to Improve Written Argumentation Skills. *Research in Physics Education*, 2(1), 1-8. <https://doi.org/10.31980/ripe.v2i1.24>
- Pitorini, D. E., Suciati, S., & Ariyanto, J. (2020). Kemampuan Argumentasi Peserta didik: Perbandingan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing dan Inkuiri Terbimbing dipadu *Dialog Socrates. Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 6(1), 26-38. <https://doi.org/10.21831/jipi.v6i1.27761>
- Pratiwi, A. K., Makhrus, M., & Zuhdi, M. (2021). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Model Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains dan Sikap Ilmiah Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 6(3), 290-295. <https://doi.org/10.29303/jipp.v6i3.240>
- Priyanka, L., & Selamat, I. (2021). *Socio-Scientific Issue Based Instruction* pada Mata Kuliah Ilmu Lingkungan. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran IPA Indonesia*, 11(1), 29-36. <https://doi.org/10.23887/jppii.v11i1.60846>
- Rahayu, S., & Widodo, A. (2020). Socio-scientific issues (SSI): Prospects and challenges in science education implementation to promote critical thinking. *Journal of Science Learning*, 3(1), 1–8. <https://doi.org/10.17509/jsl.v3i1.20227>
- Rahmah, N., & Ristanto, R. H. (2021). The effectiveness of Argument Driven Inquiry (ADI) model to improve students' critical thinking and scientific argumentation skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 10(2), 215–223. <https://doi.org/10.15294/jpii.v10i2.28532>
- Sampson, V., & Clark, D. B. (2008). Assessment of the Ways Students Generate Arguments in Science Education: Current Perspectives and Recommendations for Future Directions. *Science Education*, 92(3), 447–472. <https://doi.org/10.1002/sce.20276>
- Viehman, C., Cardenas, J. M. F., & Pena, C. G. R. (2024). The Use of Socioscientific Issues in Science Lessons: A Scoping Review. *Sustainability*, 16, 1-29. <https://doi.org/10.3390/su16145827>
- Widhi, M. T., Hakim, A. R., Wulansari, N. I., Solahuddin, M. I., & Admoko, S. (2021). Analisis Keterampilan Argumentasi Ilmiah Peserta Didik Pada Model Pembelajaran Berbasis Toulmin's Argumentation Pattern (TAP) Dalam Memahami Konsep Fisika Dengan Metode Library Research. *Journal of Science Education*, 5(1), 79-91. <https://doi.org/10.33369/pendipa.5.1.79-91>
- Yolanda, Y. (2021). Pengembangan E-Modul Listrik Statis Berbasis Kontekstual Sebagai Sumber Belajar Fisika. *Jurnal Luminous: Riset Ilmiah Pendidikan Fisika*, 2(2), 40-56. <https://doi.org/10.31851/luminous.v2i1.5235>
- Zaroh, I., Muntholib, & Joharmawan, R. (2022). Implementasi Instrumen Asesmen Argumentasi Ilmiah Materi Laju Reaksi. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 6(1), 78-90. <https://doi.org/10.19109/ojpk.v6i1.12191>
- Zeidler, D. L., & Sadler, T. D. (2011). An Inclusive View of Scientific Literacy: Core Issues and Future Directions. In C. Linder et al. (Eds.), *Promoting Scientific Literacy* (pp. 176–192). Routledge.