



Implementasi Model Pembelajaran IPA dalam Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Peserta Didik Jenjang Sekolah Menengah : Studi Kepustakaan

Syarful Annam^{1*}

^{1*}Jurusan Pendidikan IPA, Universitas Negeri Makassar, Makassar, Indonesia

Email Author : 1syarful.annam@unm.ac.id

* Corresponding Author

Abstract

Argumentation skills are one of the main objectives of science learning because students who study science must know scientific explanations of natural phenomena, use them to solve problems and be able to understand other findings they obtain. This study is a Systematic Literature Review (SLR) that aims to identify and analyze the most effective learning models to improve students' scientific argumentation skills in science learning. This study was assisted by the Publish or Perish application to search for relevant research articles in the Google Scholar database using the keywords "science learning models", "scientific argumentation skills", and "high school". The search for literature study articles obtained 40 articles that met the inclusion criteria and were relevant for review. The results of the literature study indicate that one of the most effective learning models in improving students' scientific argumentation skills in science is Argument Driven Inquiry. The application of this learning model provided the highest average score compared to other models, with a range of 78-85.

Keywords: Learning Model; Scientific Argumentation; Science Learning.

Abstrak

Kemampuan argumentasi menjadi salah satu tujuan utama pembelajaran sains karena peserta didik yang belajar sains harus mengetahui penjelasan ilmiah mengenai fenomena alam, menggunakannya untuk memecahkan masalah dan mampu memahami temuan lain yang mereka dapatkan. Kajian ini merupakan Systematic Literature Review (SLR) yang bertujuan untuk mengidentifikasi dan menganalisis model pembelajaran yang paling efektif untuk meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik dalam pembelajaran IPA. Kajian ini berbantuan aplikasi Publish or Perish untuk menelusuri artikel-artikel penelitian yang relevan pada database google scholar dengan menggunakan kata kunci "model pembelajaran IPA", "kemampuan argumentasi ilmiah", dan "sekolah menengah". Penelusuran artikel studi literatur diperoleh sebanyak 40 artikel yang memenuhi kriteria inklusi dan relevan untuk direview. Hasil studi pustaka menunjukkan bahwa salah satu model pembelajaran yang paling efektif dalam meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah IPA peserta didik adalah Argument Driven Inquiry. Penerapan model pembelajaran ini yang memberikan nilai rata-rata yang tertinggi dibanding model lain yaitu dengan rentang 78-85.

Kata Kunci: Model Pembelajaran; Argumentasi Ilmiah; Pembelajaran IPA.

Pendahuluan

Tantangan global dalam menghadapi Abad ke-21 yang cukup beragam memerlukan kompetensi yang cenderung menggabungkan beragam kemampuan intra dan interpersonal (Graesser *et al.*, 2020). Beberapa kompetensi dan keterampilan yang penting untuk sukses di Abad ke-21 telah diidentifikasi oleh The Partnership for 21st Century Skills (P21) (Lestari *et al.*, 2023). Terdapat enam keterampilan yang dikenal dengan 6C yang terdiri dari *critical thinking, compassion, computational logic, creativity, collaboration dan communication* (Maulidiyah *et al.*, 2022). Pendidikan dapat dijadikan salah satu penunjang yang dapat membantu dalam meningkatkan kualitas sumber daya manusia untuk memenuhi tuntutan kompetensi Abad ke-21.

Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) telah membawa banyak perubahan dalam berbagai bidang, salah satunya bidang Pendidikan. Perubahan paradigma pembelajaran yang ditandai dengan perubahan kurikulum, media, dan teknologi. Pembelajaran pada Abad ke-21 adalah dampak perubahan masyarakat dari masa ke masa, dimulai dari masyarakat yang bersifat primitif sampai dengan sekarang yang bersifat informatif (Rahayu *et al.*, 2022). Melihat perubahan tersebut, guru juga dituntut untuk memfasilitasi peserta didik dalam proses pembelajaran agar tujuan pendidikan tercapai dan kualitas sumber daya manusia akan meningkat.

Kemampuan berpikir *argumentative* merupakan salah satu poin yang dianggap penting. Kemampuan ini sebagai jembatan atau sarana yang mendukung perkembangan beberapa kompetensi Abad ke-21, diantaranya berpikir kritis dan komunikasi (Nur *et al.*, 2022). Argumentasi adalah penyampaian suatu pendapat yang disertai dengan pembuktian ilmiah. Argumentasi yang berisikan landasan ilmiah sebagai bukti menjadikan argumentasi itu sendiri sebagai komponen penting dalam komunikasi sosial sehari-hari. Argumentasi ilmiah memberikan alternatif untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik dan kemampuan berpendapat dengan alasan yang ilmiah (Hikmah & Suprpto, 2019).

Argumentasi memegang peran penting pada proses sains (Firdaos *et al.*, 2021). Kemampuan argumentasi menjadi salah satu tujuan utama pembelajaran sains karena peserta didik yang belajar sains harus mengetahui penjelasan ilmiah mengenai fenomena alam, menggunakannya untuk memecahkan masalah dan mampu memahami temuan lain yang mereka dapatkan, selain itu harus memahami karakter pengetahuan ilmiah yang selalu berkembang dari waktu ke waktu (Siska *et al.*, 2019).

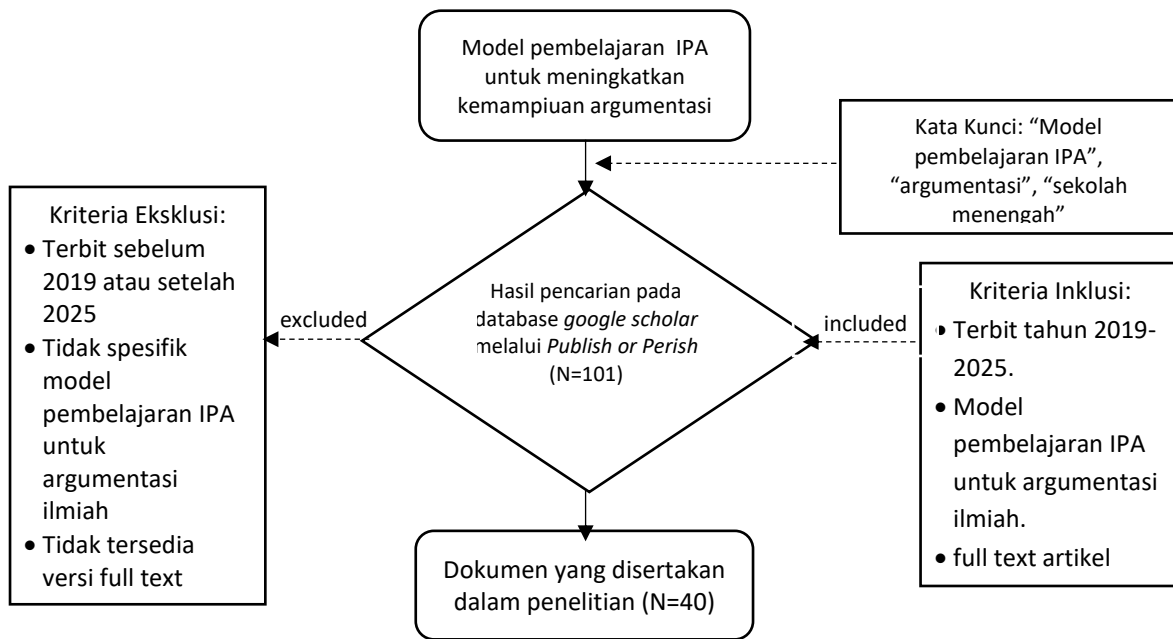
Beberapa penelitian sebelumnya menemukan fakta bahwa pembelajaran sains kurang memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk mengembangkan kemampuan berargumentasi. Pembelajaran yang memfasilitasi argumentasi peserta didik hanya sebatas tanya jawab, namun argumentasi dalam bentuk klaim, penyanggahan maupun penguatan

masih kurang karena jarang melakukan diskusi kelas (Firdaos *et al.*, 2021). Dalam penelitian lain juga ditemukan peserta didik pada proses pembelajaran hanya focus pada aspek pengetahuan namun kurang dituntut mengaplikasi dan menalar dan menggunakan pengetahuan yang diperolehnya dari proses belajar (Karlina & Alberida, 2021). Dalam laporan Osborne juga dinyatakan bahwa guru dan pihak sekolah belum melibatkan pendekatan argumentasi dalam pembelajaran (Dawson & Carson, 2020).

Dengan melihat fakta yang terjadi di lapangan, maka diperlukan kajian secara mendalam yang berkaitan dengan faktor-faktor yang dapat meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik. Salah satunya penerapan model pembelajaran yang inovatif dapat membantu peserta didik dalam meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah. Penerapan berbagai model pembelajaran tersebut mampu menghasilkan penemuan-penemuan baru, sehingga artikel ini bertujuan untuk menganalisis implementasi model pembelajaran IPA dalam meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik pada jenjang sekolah menengah

Metode

Pada artikel ini merupakan artikel review menggunakan teknik studi *systematic literature review* dengan mencari berbagai sumber berupa artikel ilmiah yang telah dipublikasi baik dalam jurnal nasional maupun internasional. Kajian ini berbantuan aplikasi *Publish or Perish* untuk menelusuri artikel-artikel penelitian yang relevan pada database google scholar dengan menggunakan kata kunci "*model pembelajaran IPA*", "*kemampuan argumentasi ilmiah*", dan "*sekolah menengah*". Artikel yang diperoleh kemudian diseleksi berdasarkan kriteria inklusi, yaitu: (1) diterbitkan pada tahun 2019-2025, (2) secara eksplisit membahas penggunaan model-model pembelajaran IPA untuk meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah pada sekolah menengah, dan (3) tersedia dalam akses penuh (*full text*) untuk dianalisis secara menyeluruh. Setelah proses seleksi, diperoleh 40 artikel untuk dianalisis. Gambar 1 menampilkan alur penelitian *literature review* tentang implementasi model pembelajaran IPA dalam meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik jenjang sekolah menengah.



Gambar 1. Teknik Pengumpulan Data Artikel

Hasil dan Pembahasan

Hasil

Studi pustaka dilakukan pada 40 artikel yang terpublikasi pada jurnal nasional maupun internasional yang sesuai dengan kriteria inklusi pada artikel ini. Berikut ini disajikan hasil review artikel ilmiah dari beberapa artikel pada berikut ini.

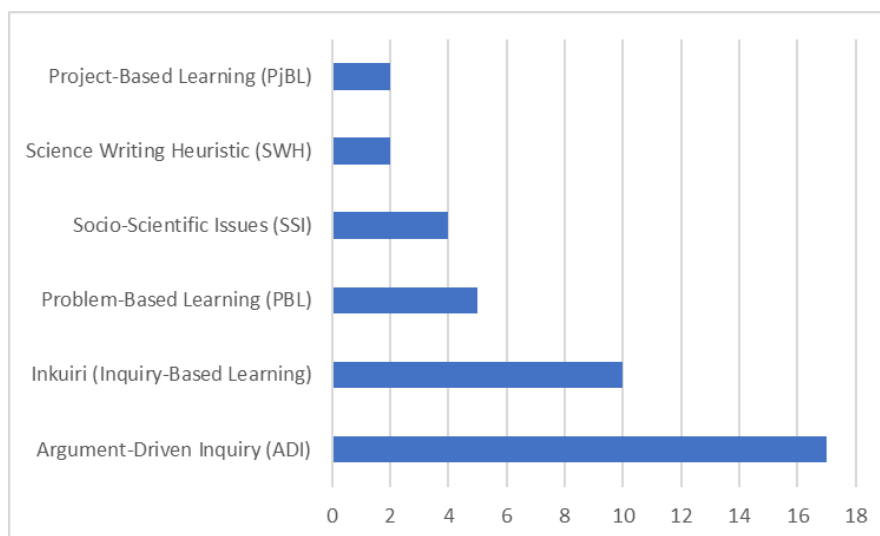
Tabel 1. Hasil Studi Pustaka Peningkatan Kemampuan Argumentasi Ilmiah IPA Peserta Didik

Penulis	Judul Artikel	Nilai Kemampuan Argumentasi Ilmiah
(Hikmah & Suprpto, 2019)	Penerapan Model Pembelajaran Diskusi Kelas Tipe Buzz Group Untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Peserta Didik Kelas X MIA Materi Usaha dan Energi	86,24
(Siska et al., 2019)	Strategi Socio Scientific Issues untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa pada Konsep Sistem Respirasi di Kelas XI MIPA SMAN 1 Suranenggala	84,57
(Jaya Putra et al., 2019)	Pengaruh Argument Driven Inquiry terhadap Keterampilan Argumentasi Siswa pada Materi Sistem Pernapasan	71,25
(Songsil et al., 2019)	Developing Scientific Argumentation Strategies Using revised Argument-Driven Inquiry (rADI) in Science Classrooms in Thailand	66,17

(Riwayani <i>et al.</i> , 2019)	Analisis Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa Pada Materi Optik: Problem-Based Learning Berbantuan Edu-Media Simulation	47,00
(Istiana <i>et al.</i> , 2020)	Argumentation Real-World Inquiry to Improve Students' Argumentation Skill	68,00
(Paramita <i>et al.</i> , 2020)	Pembelajaran Inkuiri Terbimbing dengan Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) untuk Pemahaman Konsep dan Keterampilan Argumentasi Siswa SMA pada Materi Laju Reaksi	77,00
(Ping <i>et al.</i> , 2020)	Explicit Teaching of Scientific Argumentation As An Approach In Developing Argumentation Skills, Science Process Skills and Biology Understanding	83,60
(Admoko <i>et al.</i> , 2021)	The Implementation of Argument Driven Inquiry (ADI) Learning Model to Improve Scientific Argumentation Skills of High School Students	87,50
(Firdaos <i>et al.</i> , 2021)	Pembelajaran Argument Driven Inquiry Pada Materi Suhu dan Kalor Untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa	72,92
(Aini & Siprapo, 2021)	Penerapan Online Performance Assessment guna Mengukur Kemampuan Argumentasi Ilmiah Peserta Didik Materi Fluida Dinamis	83,22
(Hidayah <i>et al.</i> , 2022)	Pengaruh Model Inkuiri Terbimbing Menggunakan Laboratorium Virtual Terhadap Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa SMP	76,72
(Nur <i>et al.</i> , 2022)	Analisis Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa Dengan Penggunaan Media Photovoice Pada Materi Pembiasan Cahaya	77,40
(Prahestiningtyas & Sulisworo, 2022)	Pembelajaran Fisika secara Online dengan Aplikasi Seesaw Berdasarkan Scientific Based Learning untuk Peningkatan Kemampuan Berpikir Ilmiah	78,00
(Mutiah & Ulfa, 2022)	Efektivitas Pembelajaran Biologi Melalui Model Argument Driven Inquiry Terhadap Keterampilan Berargumentasi dan Hasil Belajar Siswa	78,12
(Wikara <i>et al.</i> , 2022)	Implementation of 5E Plus Learning Model on Energy Subject Matter to Improve Students' Argumentation Skills	83,20
(Santoso & Jatmiko, 2022)	Pembelajaran Fisika dengan Model PBL-Online Untuk Meningkatkan Argumentasi Ilmiah Peserta Didik SMA	85,35
(Putri <i>et al.</i> , 2023)	Quality of Student Scientific Argumentation Through the Application of Problem-Based Learning With Flipped Classroom Approach	73,40

Hasil *systematic literature review* (SLR) terhadap publikasi pada rentang tahun 2019–2025 menunjukkan bahwa berbagai model pembelajaran IPA telah diimplementasikan untuk meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik pada jenjang sekolah

menengah, dengan tingkat efektivitas dan frekuensi penggunaan yang bervariasi sesuai dengan gambar diagram berikut.



Gambar 2. Variasi Model Pembelajaran dalam Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah

Secara kuantitatif, model pembelajaran yang paling dominan digunakan adalah *Argument-Driven Inquiry* (ADI), dengan jumlah temuan sebanyak 17 studi dari total penelitian yang dianalisis. Dominasi model ADI menunjukkan adanya kecenderungan kuat dalam penelitian pendidikan IPA untuk mengintegrasikan argumentasi secara eksplisit dalam proses pembelajaran. Studi-studi tersebut secara konsisten melaporkan bahwa penerapan ADI mampu meningkatkan kualitas struktur argumentasi peserta didik, khususnya pada komponen klaim (*claim*), bukti (*evidence*), dan penalaran (*reasoning*) (Songsil *et al.*, 2019; Wilson *et al.*, 2024). Selanjutnya, model *Inquiry-Based Learning* menempati posisi kedua dengan 10 penelitian. Model ini banyak digunakan karena merupakan pendekatan dasar dalam pembelajaran IPA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis inkuiri mampu meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam proses investigasi ilmiah dan diskusi kelompok. Namun demikian, sebagian besar studi mengindikasikan bahwa peningkatan kemampuan argumentasi dalam model ini belum optimal, karena argumentasi tidak selalu diintegrasikan secara eksplisit dalam sintaks pembelajaran (Şahintepe *et al.*, 2020).

Model *Problem-Based Learning* (PBL) dan pendekatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) masing-masing digunakan dalam 5 dan 4 penelitian. Kedua pendekatan ini menunjukkan efektivitas yang cukup tinggi dalam meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah, terutama ketika digunakan secara terintegrasi. PBL memungkinkan peserta didik untuk mengembangkan argumen melalui pemecahan masalah kontekstual, sedangkan SSI mendorong peserta didik untuk mengevaluasi berbagai perspektif dalam isu-isu ilmiah yang bersifat kontroversial. Kombinasi kedua pendekatan ini terbukti mampu meningkatkan kualitas argumentasi berbasis bukti serta kemampuan pengambilan keputusan ilmiah (Sadler *et al.*, 2016; Tal &

Ginosar, 2024). Selain itu, model pembelajaran lain seperti *Project-Based Learning* (PjBL) dan *Science Writing Heuristic* (SWH) juga ditemukan dalam beberapa penelitian, masing-masing sebanyak 2. Model PjBL berkontribusi dalam mengembangkan argumentasi melalui kegiatan proyek yang menuntut investigasi mendalam, sedangkan SWH lebih berfokus pada pengembangan argumentasi tertulis berbasis eksperimen. Meskipun jumlahnya relatif kecil, kedua model ini menunjukkan potensi dalam memperkuat aspek tertentu dari argumentasi ilmiah, terutama dalam hal komunikasi ilmiah dan penulisan berbasis bukti.

Hasil analisis berikutnya menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang cukup signifikan pada nilai rata-rata kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik setelah penerapan berbagai model pembelajaran IPA.

Tabel 2. Rerata Kemampuan Argumentasi Ilmiah Berdasarkan Model Pembelajaran

Model Pembelajaran	Rata-rata skor Argumentasi ilmiah
<i>Argument-Driven Inquiry</i> (ADI)	78-85
<i>Inquiry-Based Learning</i>	70-78
<i>Problem-Based Learning</i> (PBL)	72-80
<i>Socio-Scientific Issues</i> (SSI)	75-83
<i>Project-Based Learning</i> (PjBL)	70-79
<i>Science Writing Heuristic</i> (SWH)	74-82

Model pembelajaran berbasis argumentasi eksplisit seperti *Argument-Driven Inquiry* (ADI) dan model hybrid menunjukkan nilai rata-rata tertinggi, yakni berada pada rentang 78–90, yang termasuk dalam kategori tinggi hingga sangat tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa model yang secara langsung mengintegrasikan praktik argumentasi dalam sintaks pembelajaran lebih efektif dalam mengembangkan kemampuan argumentasi ilmiah. Model PBL yang dikombinasikan dengan SSI juga menunjukkan performa yang sangat baik dengan rata-rata skor mencapai 80–88. Kombinasi ini memungkinkan peserta didik untuk tidak hanya memecahkan masalah, tetapi juga mengevaluasi berbagai perspektif berbasis bukti ilmiah, sehingga memperkuat kualitas argumentasi. Temuan ini sejalan dengan penelitian Sadler *et al.* (2016) yang menegaskan bahwa konteks isu sosiosaintifik mampu meningkatkan kedalaman argumentasi peserta didik. Selanjutnya, model pembelajaran seperti *Inquiry-Based Learning*, PBL, dan PjBL menunjukkan hasil pada kategori sedang hingga tinggi (70–80). Meskipun efektif dalam meningkatkan keterlibatan dan pemahaman konsep, model-model ini cenderung kurang optimal dalam mengembangkan argumentasi ilmiah apabila tidak disertai dengan scaffolding argumentasi secara eksplisit (Riwayani *et al.*, 2019).

Berdasarkan tabel 2 dapat dilihat nilai rata-rata tertinggi dalam peningkatan kemampuan argumentasi ilmiah IPA adalah 78-85. Kemampuan argumentasi ilmiah meningkat dipengaruhi oleh Model Pembelajaran *Argument Driven Inquiry* (ADI). Kemampuan argumentasi ilmiah juga dapat dilihat dari hasil *pretest* dan *posttest* yang diberikan. Pada *pretest* peserta didik hanya memiliki kemampuan berargumentasi pada level 1 dan 2. Sedangkan pada *posttest* kemampuan argumentasi meningkat sampai dengan level 3 dan 4.

Hal ini juga di dukung oleh hasil analisis keterampilan argumentasi lisan peserta didik (Admoko *et al.*, 2021).

Pendekatan *socio scientif issues* dalam meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah ditemukan telah memberikan pengaruh yang cukup signifikan. Hal ini dikarenakan pada proses pembelajaran peserta didik dituntut untuk terlibat aktif dan peserta didik diberikan contoh-contoh isu sosio saintific yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari (Siska *et al.*, 2019) selain itu juga proses pembelajaran dengan pendekatan *sosioscientific issue*, peserta didik disajikan isu dari sudut pandang pengetahuan sains (*scientific background*). Selain itu, peserta didik diharuskan untuk mengevaluasi isu sosial sains yang disajikan (*evaluation of information*), mengkaji dampaknya secara lokal, nasional dan global. Kemampuan argumentasi ilmiah dapat diukur melalui beberapa indikator diantaranya *claim* (klaim), *data, warrant* (pembenaran), *backing* (dukungan), dan *warrant* (sanggahan) (Karlina & Alberida, 2021).

Berdasarkan kajian, kemampuan argumentasi ilmiah paling cocok dengan penggunaan model *Argument Driven Inquiry*. Hal ini disebabkan karena model ini fokus pada pembuatan argumen, peserta didik bukan hanya melakukan aktivitas praktik, tetapi juga diminta untuk menyusun argumen (*claim-evidence-reasoning*) dan mendiskusikannya dalam sesi argumentasi dengan teman sebaya. Ini memperkuat pemahaman konsep karena harus dibuktikan secara ilmiah. Alasan kedua yaitu keterlibatan aktif peserta didik, ADI mendorong peserta didik untuk aktif dalam merancang penyelidikan, mengumpulkan data, berdiskusi, dan menyampaikan hasilnya. Proses tersebut menumbuhkan rasa kepemilikan (*ownership*) terhadap pembelajaran dan meningkatkan keterlibatan kognitif. *Peer argumentation/discussion*, Sesi di mana peserta didik saling mempertukarkan argumen dan sanggahan (*rebuttal*) membantu memperdalam pemahaman dan memperjelas logika argumentasi mereka. Ini penting karena argumentasi ilmiah bukan hanya menyampaikan gagasan, tetapi mempertahankannya secara logis (Hidayanti *et al.*, 2022).

Alasan berikutnya yaitu karena adanya refleksi dan laporan ilmiah, tahapan di mana peserta didik menuliskan laporan hasil penyelidikan dan merevisi argumen mereka memfasilitasi metakognisi peserta didik berpikir tentang pemikiran mereka sendiri, memperbaiki kesalahan, dan memperkuat argumen mereka. Dan dari kontekstualisasi dan relevansi kegiatan, model ADI menghubungkan penyelidikan ke fenomena nyata atau topik yang relevan (misalnya melalui *socioscientific issues*) peserta didik memiliki motivasi lebih tinggi dan makna pembelajaran lebih jelas (Jaya Putra & Hasnunidah, 2019).

Pembahasan

Hasil sintesis literatur dalam rentang 2019–2025 menunjukkan bahwa implementasi model pembelajaran IPA berbasis konstruktivistik dan argumentatif secara konsisten memberikan dampak positif terhadap kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik. Namun demikian, efektivitas tersebut tidak bersifat universal, melainkan sangat bergantung pada

kualitas desain pembelajaran, kedalaman integrasi argumentasi, serta kesiapan epistemik peserta didik dan guru. Secara konseptual, peningkatan kemampuan argumentasi ilmiah melalui model pembelajaran IPA dapat dijelaskan melalui perspektif konstruktivisme sosial, di mana pengetahuan dibangun melalui interaksi, negosiasi makna, dan praktik diskursif (Sadler *et al.*, 2016). Dalam konteks ini, model seperti *Problem-Based Learning* (PBL), *Argument-Driven Inquiry* (ADI), dan pendekatan *Socio-Scientific Issues* (SSI) berfungsi sebagai *epistemic scaffolds* yang memfasilitasi peserta didik untuk menghubungkan klaim dengan bukti serta mengembangkan justifikasi berbasis penalaran ilmiah (Songsil *et al.*, 2019; Tsai, 2018).

Namun, analisis lebih lanjut menunjukkan adanya kesenjangan antara peningkatan kuantitatif skor argumentasi dengan kualitas epistemik argumen yang dihasilkan. Sebagian besar studi melaporkan peningkatan signifikan pada aspek *claim* dan *evidence*, tetapi masih lemah pada komponen *warrant* dan *rebuttal*, yang justru merupakan inti dari argumentasi ilmiah yang matang (Satyaloka & Padmaningrum, 2025). Hal ini mengindikasikan bahwa banyak implementasi model pembelajaran masih bersifat prosedural dan belum sepenuhnya mendorong *deep reasoning* atau penalaran tingkat tinggi. Keterbatasan ini dapat ditelusuri pada praktik pedagogis yang belum secara eksplisit mengintegrasikan struktur argumentasi ke dalam proses pembelajaran. Dalam banyak kasus, argumentasi muncul sebagai produk sampingan dari aktivitas diskusi, bukan sebagai tujuan pembelajaran yang dirancang secara sistematis. Padahal, penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran yang secara eksplisit mengajarkan struktur argumentasi (misalnya melalui *Toulmin Argumentation Pattern*) memiliki dampak yang lebih signifikan terhadap kualitas argumen peserta didik (Wilson *et al.*, 2024).

Efektivitas model pembelajaran juga dipengaruhi oleh konteks implementasi. Model PBL, misalnya, menunjukkan efektivitas tinggi dalam meningkatkan argumentasi ketika dikombinasikan dengan isu kontekstual (SSI), karena mampu memicu konflik kognitif dan mendorong eksplorasi multi-perspektif (Tal & Ginosar, 2024). Namun, tanpa konteks yang autentik, PBL cenderung menjadi aktivitas pemecahan masalah yang dangkal dan tidak menghasilkan argumentasi yang bermakna (Ulger, 2018). Dengan demikian, konteks pembelajaran menjadi variabel kunci yang sering diabaikan dalam desain penelitian maupun praktik kelas. Di sisi lain, model ADI menunjukkan keunggulan dalam mengembangkan kualitas epistemik argumentasi karena secara inheren mengintegrasikan praktik ilmiah autentik, seperti pengumpulan data, interpretasi, dan peer review (Songsil *et al.*, 2019). Akan tetapi, implementasi ADI seringkali terbatas oleh faktor praktis, seperti keterbatasan waktu dan kesiapan guru dalam memfasilitasi diskusi argumentatif yang produktif. Hal ini sejalan dengan temuan bahwa keberhasilan model pembelajaran inovatif sangat bergantung pada *teacher pedagogical content knowledge* (PCK), khususnya dalam memfasilitasi dialog ilmiah (Şahintepe *et al.*, 2020).

Pendekatan SSI juga menunjukkan potensi signifikan dalam meningkatkan argumentasi ilmiah, terutama dalam aspek evaluasi bukti dan pengambilan keputusan berbasis nilai (Sadler *et al.*, 2016). Namun, pendekatan ini menghadapi tantangan dalam hal kompleksitas kognitif, karena memerlukan kemampuan literasi sains yang memadai serta keterampilan berpikir kritis yang belum tentu dimiliki oleh semua peserta didik. Akibatnya, tanpa scaffolding yang tepat, diskusi SSI dapat beralih menjadi opini subjektif yang tidak berbasis bukti ilmiah.

Temuan penting lainnya adalah munculnya tren integrasi model pembelajaran (hybrid models), seperti PBL-SSI, STEM-Inquiry, dan 5E Learning Cycle. Integrasi ini terbukti lebih efektif dibandingkan model tunggal karena mampu mengakomodasi berbagai dimensi pembelajaran, mulai dari eksplorasi konsep hingga argumentasi dan aplikasi kontekstual (Yulianti & Handayani, 2021). Namun demikian, kompleksitas desain model hybrid juga menimbulkan tantangan dalam implementasi, terutama terkait konsistensi sintaks dan evaluasi hasil belajar. Selain faktor pedagogis, aspek asesmen juga menjadi isu kritis dalam pengembangan kemampuan argumentasi ilmiah. Sebagian besar penelitian masih menggunakan instrumen penilaian yang berfokus pada produk akhir (misalnya skor argumentasi), tanpa mengevaluasi proses berpikir yang mendasarinya. Padahal, argumentasi ilmiah merupakan proses dinamis yang melibatkan literasi antara klaim, bukti, dan penalaran (Wilson *et al.*, 2024). Oleh karena itu, diperlukan pendekatan asesmen yang lebih autentik, seperti *performance assessment* atau *argumentation-based assessment*.

Dari perspektif metodologis, terdapat kecenderungan dominasi penelitian kuasi-eksperimental dengan desain *pretest-posttest*, yang meskipun memberikan bukti efektivitas, namun kurang mampu menjelaskan mekanisme kognitif dan sosial yang mendasari peningkatan argumentasi. Penelitian longitudinal dan studi berbasis desain (*design-based research*) masih sangat terbatas, padahal pendekatan tersebut penting untuk memahami perkembangan argumentasi ilmiah secara berkelanjutan (Salas-Pilco, 2021). Lebih jauh lagi, integrasi teknologi digital dalam pembelajaran argumentasi ilmiah masih belum optimal. Meskipun beberapa studi mulai mengeksplorasi *online argumentation* dan platform digital, pemanfaatan teknologi seperti *artificial intelligence*, *learning analytics*, dan *collaborative platforms* masih jarang dilakukan (Tsai, 2018). Padahal, teknologi memiliki potensi besar untuk memfasilitasi diskusi argumentatif yang lebih luas dan terdokumentasi dengan baik.

Dalam konteks Indonesia, tantangan implementasi menjadi lebih kompleks karena adanya keterbatasan infrastruktur, variasi kompetensi guru, serta budaya belajar yang masih cenderung berorientasi pada hasil akhir. Hal ini menyebabkan adopsi model pembelajaran inovatif seringkali bersifat parsial dan tidak berkelanjutan. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan sistemik yang mencakup pelatihan guru, pengembangan kurikulum, serta dukungan kebijakan pendidikan. Secara keseluruhan, analisis menunjukkan bahwa meskipun berbagai model pembelajaran IPA telah terbukti efektif dalam meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah, masih terdapat kesenjangan antara teori dan praktik. Banyak

implementasi yang belum sepenuhnya mengakomodasi kompleksitas argumentasi ilmiah sebagai praktik epistemik. Oleh karena itu, penelitian dan praktik pembelajaran ke depan perlu berfokus pada pengembangan desain pembelajaran yang lebih integratif, kontekstual, dan berbasis bukti, serta didukung oleh asesmen yang autentik dan berkelanjutan

Kesimpulan

Berdasarkan studi kepustakaan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa terdapat beragam model pembelajaran yang dapat diterapkan dalam pembelajaran IPA, salah satu model pembelajaran yang paling efektif dalam meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah IPA peserta didik adalah *Argument Driven Inquiry* dengan pendekatan *socio scientific issues*.

Daftar Pustaka

- Admoko, Setyo., Hanifah, N., Suprpto, Nadi., Hariyono, Eko., & Madlazim, M. (2021). The implementation of Argument Driven Inquiry (ADI) learning model to improve scientific argumentation skills of high school students. *Journal of Physics: Conference Series*, 1747(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1747/1/012046>
- Aini, I., & Siprabo, N. (2021). Penerapan Online Performance Assessment guna Mengukur Kemampuan Argumentasi Ilmiah Peserta Didik Materi Fluida Dinamis. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 10(3), 13–20.
- Dawson, V., & Carson, K. (2020). Introducing Argumentation About Climate Change Socioscientific Issues in a Disadvantaged School. *Research in Science Education*, 50(3), 863–883. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9715-x>
- Firdaos, I. N., Pursitasari, I. D., & Permana, I. (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>
- Graesser, A. C., Greiff, S., Stadler, M., & Shubeck, K. T. (2020). Collaboration in the 21st century: The theory, assessment, and teaching of collaborative problem solving. In *Computers in Human Behavior* (Vol. 104). <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.09.010>
- Hidayanti, N., Juhanda, A., & Nuranti, G. (2022). Pengaruh Model Argument Driven Inquiry terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Berdasarkan Perbedaan Gaya Belajar Siswa SMP pada Materi Sistem Ekskresi. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 10(2), 563–578. https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/inovasi-pendidikan_fisika/article/view/27789

-
- Hikmah, N. Z., & Suprpto, N. (2019). Penerapan model pembelajaran diskusi kelas tipe buzz group untuk meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik kelas x mia materi usaha dan energi. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 8(2), 608-612.
- Istiana, R., Herawati, D., & Ardianto, D. (2020). Argumentation real-world inquiry to improve students' argumentation skill. *JURNAL BIOEDUKATIKA*, 8(2), 131. <https://doi.org/10.26555/bioedukatika.v8i2.12705>
- Jaya Putra, D., & Hasnunidah, N. (2019). Pengaruh Argument Driven Inquiry Terhadap Keterampilan Argumentasi Siswa pada Materi Sistem Pernapasan. *Jurnal Bioterdidik: Wahana Ekspresi Ilmiah*, 7(1), 1-10.
- Karlina, G., & Alberida, H. (2021). Kemampuan Argumentasi Pada Pembelajaran Biologi. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, 5(1), 1–7. <https://doi.org/10.23887/jipp.v5i2>
- Paramita, A. K., Yahmin, Y., & Dasna, I. W. (2020). *Pembelajaran Inkuiri Terbimbing dengan Pendekatan STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) untuk Pemahaman Konsep dan Keterampilan Argumentasi Siswa SMA pada Materi Laju Reaksi*. <http://journal.um.ac.id/index.php/jptpp/>
- Lestari, A., Ramdani, A., & Bachtiar, I. (2023). Validitas Modul Elektronik Berbasis Socio-Scientific Issues (SSI) Materi Zat Aditif dan Zat Adiktif Untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Dan Pemahaman Konsep IPA. *Journal of Classroom Action Research*, 5(1). <https://doi.org/10.29303/jcar.v5i1.2870>
- Hidayah, T. L., Supeno, S., & Nuha, U. (2022). Pengaruh Model Inkuiri Terbimbing Menggunakan Laboratorium Virtual Terhadap Terhadap Keterampilan Argumentasi Ilmiah Siswa SMP. *Sains Dan Teknologi*, 9(1), 2022–2239. <https://doi.org/10.47668/edusaintek.v8i1.425>
- Maulidiyah, U., Wahyuni, S., & Ridho, Z. R. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Articulate Storyline Untuk Meningkatkan Keterampilan Komunikasi Siswa SMP Kelas VII Pada Materi Pencemaran Lingkungan. *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 12(2), 115–124. <https://doi.org/10.24929/lensa.v12i2.239>
- Mutiah, H., & Ulfa, A. Y. (2022). Efektivitas Pembelajaran Biologi Melalui Model Argument Driven Inquiry Terhadap Keterampilan Berargumentasi Dan Hasil Belajar Siswa. In *Jurnal Binomial* (Vol. 5). doi.org/10.46918/bn.v5i1.1235
- Nur, F., Nisak, F., & Suprpto, N. (2022). Analisis Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa Dengan Penggunaan Media Photovoice Pada Materi Pembiasan Cahaya. 11(1), 35–45. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/inovasi-pendidikan-fisika/article/view/46089>
- Ping, I. L. L., Halim, L., & Osman, K. (2020). Explicit teaching of scientific argumentation as an approach in developing argumentation skills, science process skills and biology understanding. *Journal of Baltic Science Education*, 19(2), 276–288. <https://doi.org/10.33225/jbse/20.19.276>
-

-
- Prahestiningtyas, T., & Sulisworo, D. (2022). Pembelajaran Fisika secara Online dengan Aplikasi Seesaw Berdasarkan Scientific Based Learning untuk Peningkatan Kemampuan Berpikir Ilmiah. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 13(1), 81–94. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v13i1.11108>
- Putri, M. D., Lubis, N. A., & Fairuz, T. (2023). Quality of Student Scientific Argumentation Through the Application of Problem-Based Learning With Flipped Classroom Approach. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(1), 369–377. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i1.2504>
- Rahayu, R., Iskandar, S., & Abidin, Y. (2022). Inovasi Pembelajaran Abad 21 dan Penerapannya di Indonesia. *Jurnal Basicedu*, 6(2), 2099–2104. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i2.2082>
- Riwayani, R., Perdana, R., Sari, R., Jumadi, J., & Kuswanto, H. (2019). Analisis kemampuan argumentasi ilmiah siswa pada materi optik: Problem-based learning berbantuan edu-media simulation. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 5(1), 45–53. <https://doi.org/10.21831/jipi.v5i1.22548>
- Sadler, T. D., Barab, S. A., & Scott, B. (2016). What do students gain by engaging in socioscientific inquiry? *Research in Science Education*, 46(2), 371–391. <https://doi.org/10.1007/s11165-014-9431-9>
- Şahintepe, S., Erkol, M., & Ayas, A. (2020). The effect of inquiry-based learning on students' science process skills. *Open Journal for Educational Research*, 4(1), 45–58.
- Salas-Pilco, S. Z. (2021). Systematic literature review in education: A practical guide. *Humanities and Social Sciences Communications*, 8, 1–9. <https://doi.org/10.1057/s41599-021-00785-6>
- Santoso, F. K. R., & Jatmiko, B. (2022). Pembelajaran Fisika Dengan Model Pbl-Online Untuk Meningkatkan Argumentasi Ilmiah Peserta Didik Sma. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 11(1), 48. <https://doi.org/10.24114/jpf.v11i1.34622>
- Satyaloka, L., & Padmaningrum, R. T. (2025). Students' scientific argumentation skills in chemistry learning: A systematic review. *Indonesian Journal of Chemical Education*, 9(1), 25–38.
- Siska, Yunita, & Ubaidillah, M. (2019). Strategi Socio Scientific Issues untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa pada Konsep Sistem Respirasi Di Kelas XI MIPA SMAN 1 Suranenggala. *Jurnal Ilmu Alam Indonesia*, 2(1), 50–69. www.syekhnrjati.ac.id/jurnal/index.php/jia
- 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. <https://doi.org/10.1186/s41029-019-0035-x>
-

- Tal, T., & Ginosar, A. (2024). Socioscientific issues as a framework for science teaching and learning. *Science Education International*, 35(1), 45–56.
- Tsai, C. Y. (2018). The effect of online argumentation on students' scientific competencies. *Computers & Education*, 116, 14–27. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.08.005>
- Ulger, K. (2018). The effect of problem-based learning on students' critical thinking skills. *Education and Science*, 43(195), 1–15. <https://doi.org/10.15390/EB.2018.7137>
- Wikara, B., Sutarno, S., Suranto, S., & Sajidan, S. (2022). Implementation Of 5e Plus Learning Model On Energy Subject Matter To Improve Students' Argumentation Skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 11(2), 237–245. <https://doi.org/10.15294/jpii.v11i2.30567>
- Wilson, C. D., Taylor, J. A., Kowalski, S. M., & Carlson, J. (2024). Assessing scientific argumentation: Development and validation of an instrument. *Journal of Research in Science Teaching*, 61(2), 234–256. <https://doi.org/10.1002/tea.21890>
- Yulianti, D., & Handayani, E. (2021). The effectiveness of STEM-based learning in improving students' scientific literacy. *Journal of Physics: Conference Series*, 1918(3), 032098. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1918/3/032098>