



Essay Test Integrated with Socio-Scientific Project-Based Learning for Scientific Argumentation

Tes Esai Terintegrasi dengan Pembelajaran Berbasis Proyek Sosio-Saintifik untuk Argumentasi Ilmiah

Sarah Amelia¹, Ervan Johan Wicaksana^{2*}, Danial Mursyd³

Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

Scientific argumentation is a key competency for developing students' logical, critical, and systematic thinking. However, current teaching methods have not effectively fostered this skill. This study aims to evaluate the impact of a learning model that integrates a Problem-Based Learning (PBL) approach focused on Socio-Scientific Issues (SSI) in enhancing students' scientific argumentation abilities. The research was conducted at SMAN 8 Muaro Jambi during the 2024/2025 academic year, involving 105 grade XI phase F students selected through purposive sampling. Class XI F1 served as the experimental group, while XI F2 was the control group. A quasi-experimental design was applied using an unequal pre-test post-test control group model. Data analysis employed a One-Way ANCOVA test. The results indicate that the SSI-based PBL model had a moderate effect on students' written scientific argumentation skills, as shown by $[F(1,67) = 5.521, p = 0.022, \eta^2 = 0.076]$. Therefore, it can be concluded that the implementation of SSI-based PBL positively contributes to improving students' scientific argumentation abilities.

OPEN ACCESS

ISSN 2548 2254 (online)
ISSN 2089 3833 (print)

Edited by:
Enik Setiyawati
Reviewed by:
Ari Metalin Ika Puspita
Deni Adi Putra

*Correspondence:
Ervan Johan Wicaksana
ervan_jw@unja.ac.id

Received: 24 June 2025
Accepted: 29 June 2025
Published: 16 July 2025

Citation:
Sarah Amelia, Ervan Johan Wicaksana, Danial Mursyd (2025) Essay Test Integrated with Socio-Scientific Project-Based Learning for Scientific Argumentation. *Pedagogia: Jurnal Pendidikan*. 14:2. doi:10.21070/pedagogia.v14i2.1949

Keywords: Scientific Argumentation, Problem-Based Learning, Socio-Scientific Issues, Quasi-Experimental Design, Critical Thinking

Argumentasi ilmiah adalah kompetensi utama untuk mengembangkan pemikiran logis, kritis, dan sistematis siswa. Namun, metode pengajaran yang ada saat ini belum secara efektif mengembangkan keterampilan ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi dampak model pembelajaran yang mengintegrasikan pendekatan Problem-Based Learning (PBL) yang berfokus pada Socio-Scientific Issues (SSI) dalam meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah siswa. Penelitian dilakukan di SMAN 8 Muaro Jambi pada tahun ajaran 2024/2025 dengan melibatkan 105 siswa kelas XI IPA F yang dipilih secara purposive sampling. Kelas XI F1 berperan sebagai kelompok eksperimen, sedangkan XI F2 sebagai kelompok kontrol. Desain kuasi-eksperimental diterapkan dengan menggunakan model kelompok kontrol pre-test post-test yang tidak setara. Analisis data menggunakan uji One-Way ANCOVA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa model PBL berbasis SSI memiliki pengaruh yang moderat terhadap kemampuan argumentasi ilmiah tertulis siswa, yang ditunjukkan dengan $[F(1,67) = 5,521, p = 0,022, \eta^2 = 0,076]$. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa implementasi PBL berbasis SSI berkontribusi positif dalam meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah siswa.

Kata Kunci : Argumentasi Ilmiah, Pembelajaran Berbasis Masalah, Masalah Sosial-Ilmiah, Desain Eksperimental Kuasi, Berpikir Kritis

PENDAHULUAN

Sistem pendidikan di Indonesia telah mengalami perubahan dalam beberapa waktu terakhir, salah satunya pada kurikulum yang digunakan. Berdasarkan hasil keputusan Kemendikbudristek No. 56/M/2022 terkait implementasi kurikulum merdeka sebagai salah satu upaya dalam memulihkan dan mengembangkan pembelajaran pada tahun 2022, yang bertujuan untuk mewujudkan visi Indonesia Maju yang berdaulat, mandiri, dan berkeadilan. Selain itu, kurikulum merdeka diharapkan akan menghasilkan pelajar Pancasila yang kritis, kreatif, mandiri dan terbuka serta menghargai Tuhan Yang Maha Esa (Dewi & Hartoyo, 2022). Kurikulum Merdeka menekankan pembelajaran berpusat pada peserta didik. Selain itu, kurikulum ini mendorong peserta didik untuk menjadi lebih kritis dan aktif dalam mengeksplorasi pengetahuan mereka, peserta didik juga diharapkan dapat lebih terlibat aktif dalam suatu diskusi dan dapat menyampaikan pendapat mereka disertai bukti dan data yang relevan melalui berbagai pendekatan dalam pembelajaran. Dengan cara ini, peserta didik dapat memperdalam pemahaman mereka terhadap materi pembelajaran dan melatih kemampuan berargumentasi secara ilmiah (Novanda et al., 2024).

Kemampuan argumentasi ilmiah merupakan salah satu kompetensi yang diperlukan dalam era informasi seperti saat ini. Berdasarkan karakteristik dari kurikulum merdeka, peserta didik memiliki kesempatan untuk mengembangkan kemampuan argumentasi ilmiah mereka. Menurut Minin & Fauziah, (2022) kemampuan argumentasi ilmiah merupakan salah satu bagian yang penting dari usaha melatih kemampuan berpikir kritis peserta didik, hal ini disebabkan karena kemampuan argumentasi ilmiah dapat membantu dalam merangkum informasi yang telah didapatkan sebelum disampaikan kepada orang lain. Berdasarkan wawancara dengan guru biologi di SMAN 8 Muaro Jambi, dikatakan bahwa kemampuan peserta didik dalam argumentasi ilmiah belum dinilai dengan cara yang tepat, terlepas dari apakah kemampuan argumentasi ilmiah secara tertulis ataupun lisan. Dalam wawancara tersebut, juga diketahui bahwa model pembelajaran yang digunakan dalam kelas belum mampu secara optimal mengembangkan kemampuan berargumentasi ilmiah peserta didik. Hal ini juga didukung dari angket observasi yang diisi oleh peserta didik menyatakan sebesar 48,8% peserta didik jarang menyampaikan pendapat mereka berdasarkan data, bukti, alasan ataupun memberikan sanggahan terhadap pendapat lain.

Penelitian oleh Wibawa et al. (2018) menunjukkan bahwa kemampuan peserta didik dalam argumentasi ilmiah melalui tulisan masih cukup rendah, dengan hanya 36,55% yang menunjukkan keterampilan ini. Hal serupa didapatkan pada penelitian Amelia et al. (2023), yang menunjukkan kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik masih dalam kategori lemah dengan rata-rata 39,02%. Menurut Rizkia & Aripin, (2022), kekurangan ini dapat disebabkan oleh pengetahuan yang tidak memadai dan kurangnya model pengajaran inovatif yang memungkinkan pendidik untuk secara efektif mengajarkan peserta didik bagaimana berargumentasi secara ilmiah. Model pembelajaran memainkan peran penting dalam membentuk kompetensi yang

dikembangkan peserta didik, seperti kapasitas mereka untuk terlibat dalam argumentasi ilmiah. Model pembelajaran dapat secara luas dijelaskan sebagai kerangka teoritis yang menguraikan metode terorganisir untuk melaksanakan proses pendidikan guna mencapai tujuan tertentu (Nasrun et al., 2018). Penggunaan model pembelajaran tradisional kini dipandang tidak efektif di lingkungan pendidikan yang membutuhkan kreativitas dan keterampilan berpikir kritis, yang menyebabkan peserta didik lebih pasif dalam menyerap informasi yang diberikan (Nusantari et al., 2022). Model pembelajaran inovatif, seperti pembelajaran berbasis proyek, pembelajaran kolaboratif, dan lain-lain, menawarkan cara baru untuk menambah pengetahuan peserta didik dan mendorong interaksi yang lebih aktif dalam pembelajaran. Melalui pengimplementasian model yang inovatif dan pendekatan pembelajaran, diharapkan peserta didik dapat menjadi lebih efektif, mandiri, dan siap menghadapi tantangan global.

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan adalah penerapan model *Problem Based Learning*, yang memungkinkan peserta didik untuk mengenali tantangan di lingkungan mereka dan menciptakan solusi berdasarkan pembelajaran di kelas mereka (Chasanah et al., 2023). Dengan menerapkan kerangka pembelajaran berbasis masalah, peserta didik diberikan kesempatan untuk terlibat lebih dalam dengan materi pelajaran dan meningkatkan pemahaman mereka dengan penekanan pada konsep-konsep yang relevan. Dengan demikian, pendekatan pembelajaran berbasis masalah tidak hanya meningkatkan kesadaran peserta didik tetapi juga meningkatkan kapasitas mereka untuk menganalisis dan menyelesaikan masalah (Fitriyanti et al., 2020).

Menggunakan pendekatan dalam pembelajaran juga dapat membantu peserta didik mengembangkan keterampilan mereka. Metode pendidikan yang produktif menekankan topik ilmu sosial, dengan tujuan meningkatkan kemampuan berpikir kritis, nilai-nilai moral, standar etika, dan pemahaman tentang bagaimana ilmu pengetahuan berinteraksi dengan kehidupan sosial (Baqiatun Nafiah & Aristiawan, 2024). Pendekatan ini tidak hanya meminta peserta didik untuk memahami konsep ilmiah, tetapi juga mengembangkan kemampuan untuk menganalisis kompetensi. Selain itu, peserta didik diberikan kesempatan untuk mengambil keputusan serta berpartisipasi aktif dalam perdebatan dan diskusi mengenai isu-isu kontroversial yang berkaitan dengan sains dan masyarakat yang memiliki aspek ilmiah, teknologi, sosial serta lingkungan yang relevan dengan kehidupan mereka (Ben-Horin et al., 2023).

Beberapa peneliti telah menganalisis bagaimana berbagai model pembelajaran memengaruhi kemampuan peserta didik dalam argumen ilmiah. Sebuah studi oleh Siska et al., (2020) menunjukkan bahwa pendekatan SSI dapat meningkatkan keterampilan peserta didik dalam argumen ilmiah. Metode ini mendorong peserta didik untuk menilai isu-isu sosio-ilmiah yang dibahas, mempertimbangkan dampaknya pada skala lokal, nasional, dan global. Penelitian ini berbeda karena tidak hanya mengimplementasikan model *Problem Based Learning*, tetapi juga mengintegrasikan pendekatan *Socioscientific Issues* yang diimplementasikan

melalui instrumen esai berbasis indikator argumentasi ilmiah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh model PBL berbasis SSI terhadap kemampuan argumentasi ilmiah tertulis peserta didik.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode *Quasi Experimental*, dengan desain *Non-equivalent pretest posttest control group*. Populasi dari penelitian ini yaitu seluruh peserta didik kelas XI Fase F SMAN 8 Muaro Jambi, sampel yang digunakan pada penelitian ini dipilih dengan teknik *purposive sampling* berjumlah 70 peserta didik, diantaranya 35 peserta didik kelompok eksperimen (PBL berbasis SSI) dan 35 peserta didik kelompok kontrol (PBL). Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini berupa tes esai argumentasi ilmiah yang disusun berdasarkan rubrik evaluasi argumentasi McNeill (2011), yang mencakup empat indikator, yakni *claim*, *evidence*, *reasoning*, dan *rebuttal*. Instrumen pada penelitian ini telah divalidasi oleh dua dosen pendidikan biologi Universitas Jambi, untuk memastikan kesesuaian isi dan konteks. Selain itu, tes esai dilakukan uji validitas dan reliabilitas dengan hasil r_{tabel} 0,468, maka soal dinyatakan valid. Nilai uji reliabilitas didapatkan sebesar 0,861 dan 0,787, maka instrumen yang dikembangkan dinyatakan reliabel.

Data dikumpulkan dalam tiga kali pertemuan pada masing-masing kelompok, pertemuan pertama pemberian pretest dan pembelajaran pada sub materi sistem syaraf, pertemuan kedua pembelajaran pada sub materi sistem hormon, dan pertemuan ketiga pembelajaran pada sub materi sistem indra serta pemberian posttest. Data dianalisis menggunakan uji *One-Way ANCOVA*, untuk melihat pengaruh model pembelajaran terhadap peningkatan kemampuan argumentasi ilmiah. Sebelum analisis dilakukan, seluruh asumsi ANCOVA diuji dan dinyatakan terpenuhi, meliputi uji normalitas residual data, uji homogenitas varians, uji homogenitas kemiringan regresi, dan uji linearitas. Kemudian dianalisis pula *effect size* yang diperoleh melalui nilai *partial eta squared* dengan mengacu pada kriteria sebagai berikut. (Ellin, 2010)

[Table 1 about here]

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kemampuan argumen ilmiah peserta didik dinilai menggunakan pretest dan posttest yang dilakukan pada kedua kelompok, adapun nilai rata-rata yang didapatkan dari pretest dan posttest disajikan dalam Tabel 2 berikut.

[Table 2 about here]

Nilai rata-rata kemampuan argumentasi ilmiah tertulis peserta didik mengalami peningkatan, baik pada kelas kontrol ataupun kelas eksperimen. Dilihat dari Tabel 4.1 nilai rata-rata pada kelas kontrol adalah 22 untuk pretest dan 38 untuk nilai posttest. Sedangkan pada kelas eksperimen, didapatkan nilai

rata-rata pretest sebesar 29,6 dan 58,9 untuk posttest. Hal ini menunjukkan bahwa pada kedua kelas terdapat peningkatan antara kemampuan awal dan kemampuan akhir setelah diberikan perlakuan, yang dapat dilihat pada diagram berikut.

[Figure 1 about here]

Nilai rata-rata yang didapatkan dari hasil pretest dan posttest kedua kelas untuk masing-masing indikator dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

[Table 3 about here]

Berdasarkan nilai yang telah didapatkan, diketahui peningkatan yang paling besar pada kelas eksperimen adalah indikator *rebuttal* dengan selisih 33,3 dari nilai *pre-test* dan *post-test*, dan selisih paling rendah yakni pada indikator *reasoning* sebesar 23,3. Hal ini juga terjadi pada kelas kontrol, selisih paling besar terjadi pada indikator *rebuttal* sebesar 20 dan selisih paling rendah pada indikator *reasoning* yakni sebesar 10,5. Hasil dari rata-rata nilai ketercapaian indikator kemampuan argumentasi ilmiah dapat dilihat pada diagram berikut.

[Figure 2 about here]

Argumentasi ilmiah berperan penting dalam mengembangkan pola pikir dan memperdalam pemahaman terhadap ide atau gagasan utama dalam proses pembelajaran. Kemampuan argumentasi ilmiah melibatkan beberapa aspek penting, seperti merumuskan pertanyaan, menjelaskan cara melakukan sesuatu, dan menyajikan klaim, yang membantu peserta didik mengembangkan keterampilan berpikir dan membangun pemahaman konseptual. (Siska et al., 2020). Argumentasi ilmiah memiliki 4 indikator berdasarkan pola milik McNeill yang memperbaharui pola milik Toulmin, yakni *claim*, *evidence*, *reasoning*, serta *rebuttal* (McNeill, 2011).

Temuan penelitian menunjukkan bahwa kedua pendekatan pembelajaran secara signifikan meningkatkan kemampuan peserta didik dalam argumentasi ilmiah. Model PBL yang berfokus pada isu sosial-ilmiah menunjukkan kenaikan 29,2 poin, dengan rata-rata skor 29,6 pada pretest dan 58,8 pada posttest. Sebaliknya, kelas yang menggunakan model PBL mengalami peningkatannya 16 poin, diawali dengan rata-rata pretest 22 dan rata-rata posttest 38. Berdasarkan hasil analisis rata-rata indikator kemampuan argumentasi ilmiah diketahui bahwa model PBL berbasis SSI mendapatkan peningkatan yang signifikan pada setiap indikator kemampuan argumentasi ilmiah dibandingkan dengan model PBL.

Peningkatan skor pada indikator klaim dalam kelompok eksperimen menunjukkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan kelompok kontrol, dengan perbedaan 26,2 poin antara skor pretest dan posttest, sementara kelompok kontrol hanya mencatat 14,3 poin. Peningkatan ini terkait dengan penerapan sintaks pertama dan kedua dalam model PBL secara khusus, memfokuskan peserta didik pada masalah dan memimbing pembelajaran mereka serta fase analisis masalah dalam pendekatan SSI. Selama fase ini, peserta didik menghadapi masalah yang terkait dengan isu sosio-sains, yang mendorong

mereka untuk mengenali masalah dan merumuskan klaim berdasarkan pengamatan awal mereka terhadap isu tersebut. Hasil ini sejalan dengan temuan Riwayani et al. (2019), yang menunjukkan bahwa peserta didik mampu mengidentifikasi masalah dan mengartikulasikan klaim yang relevan berdasarkan data dan informasi yang tersedia.

Mengenai indikator *evidence*, kelompok eksperimen mengalami peningkatan sebanyak 18,6 poin dari pretest ke posttest, sedangkan kelompok kontrol mengalami peningkatan yang lebih tinggi sebanyak 19,5 poin. Perubahan ini sangat terkait dengan penerapan komponen kedua dan ketiga dari model PBL, khususnya sintaks mengatur pembelajaran peserta dan memandu penyelidikan individu dan kelompok. Tahapan ini terintegrasi dengan langkah-langkah klarifikasi ilmiah dan penyempurnaan fokus pada isu-isu sosio-ilmiah dalam kerangka SSI. Dalam proses ini, peserta didik diarahkan untuk mengidentifikasi dan mengumpulkan bukti yang mendukung klaim yang telah mereka buat. Dengan memeriksa berbagai sumber informasi, mereka mengembangkan keterampilan untuk menilai relevansi dan kekuatan bukti yang terkait dengan topik yang sedang diperiksa. Hasil ini sejalan dengan temuan dari Purwati et al. (2019), yang menunjukkan bahwa penggunaan model PBL berbasis SSI meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik dengan memotivasi mereka untuk menghubungkan klaim dengan bukti yang menarik dan relevan.

Pada indikator *reasoning*, nilai yang didapatkan dari pretest ke posttest pada kelompok eksperimen meningkat yakni 23,3 poin, sedangkan kelompok kontrol hanya mendapat 10,5 poin. Peningkatan ini berkaitan dengan penerapan sintaks ketiga dan keempat dalam model PBL, yakni membimbing penyelidikan baik secara individual ataupun kelompok serta mengembangkan dan menyajikan hasil karyanya. Tahapan ini juga diperkaya dengan pendekatan SSI melalui langkah *clarification of science, refocus on socioscientific dilemma* dan *role play*. Melalui proses tersebut, peserta didik dibimbing untuk menghubungkan bukti yang telah dikumpulkan dengan klaim yang dibuat, menggunakan penalaran yang logis. Aktivitas ini menuntut kemampuan mengevaluasi sejauh mana kualitas bukti dapat mendukung klaim yang diajukan. Meskipun terdapat peningkatan, skor pada indikator *reasoning* tetap menjadi yang paling rendah di antara indikator lainnya pada kedua kelompok. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian oleh Johnson et al., (2020), yang mengungkapkan bahwa indikator *reasoning* cenderung memiliki skor lebih rendah karena peserta didik masih mengalami kesulitan dalam mengaitkan klaim awal dengan bukti secara logis dan sistematis. Selain itu, keterbatasan waktu dalam mengeksplorasi dan pendalaman argumen, terutama dalam mengembangkan penalaran ilmiah yang kompleks juga menjadi faktor yang mempengaruhi indikator ini masih rendah.

Pada indikator *rebuttal*, kelas yang menggunakan menunjukkan peningkatan skor yang paling tinggi dibandingkan indikator lainnya, yaitu sebesar 33,3 poin, sedangkan kelas kontrol hanya meningkat sebesar 20 poin. Peningkatan ini berkaitan erat dengan penerapan sintaks keempat dan kelima dalam model PBL, yaitu mengembangkan dan menyajikan hasil karya serta menganalisis dan mengavaluasi proses pemecahan masalah, yang dipadukan

dengan tahapan *role play* dan *meta-reflective activity* dalam pendekatan SSI. Melalui kegiatan diskusi dan presentasi, peserta didik didorong untuk mendengarkan serta menanggapi argumen dari teman sekelompok atau sekelasnya, yang melatih mereka untuk menyusun sanggahan terhadap pandangan yang berbeda. Proses ini memperkuat kemampuan dalam membentuk argumen yang lebih kritis. Hal tersebut terlihat dari tingginya selisih nilai indikator *rebuttal* di kelas eksperimen, yang menandakan efektivitas kombinasi model PBL dan pendekatan *Socioscientific Issues* dalam mengembangkan keterampilan sanggahan peserta didik.

Model PBL berbasis SSI secara konsisten menunjukkan peningkatan rata-rata yang lebih tinggi, menghasilkan skor masing-masing 26,2, 28,6, 23,3, dan 33,3. Menurut Riwayani et al. (2019), pembelajaran kolaboratif dapat meningkatkan keterampilan argumen ilmiah, terutama melalui penerapan model PBL. Selain model pembelajaran, hasil yang positif juga dapat difasilitasi dengan menggunakan pendekatan yang cocok. Salah satu pendekatan tersebut adalah SSI, yang dirancang untuk mendorong pertumbuhan intelektual, moral, dan etika peserta didik, juga meningkatkan kesadaran mereka tentang hubungan antara sains dan dimensi sosial kehidupan. Pendekatan SSI berperan dalam mengasah kemampuan berpikir tingkat tinggi, termasuk kemampuan menganalisis permasalahan, mengevaluasi serta menyusun informasi secara kritis, mengemukakan argumen secara logis dan etis, serta membuat keputusan yang tepat (Siska et al., 2019).

Rata-rata nilai pretest pada kelompok eksperimen tercatat sebesar 29,6, sementara nilai posttest meningkat menjadi 58,8. Di sisi lain, kelompok kontrol memperoleh rata-rata nilai pretest sebesar 22 dan posttest sebesar 38. Setelah seluruh data pretest dan posttest dari kedua kelompok terkumpul, langkah selanjutnya adalah melakukan uji hipotesis menggunakan uji *One Way Ancova*. Namun, sebelum uji hipotesis dilakukan, terlebih dahulu harus dipenuhi beberapa uji prasyarat sebagai syarat validitas penggunaan *Ancova*, yakni uji normalitas residual, uji linearitas, uji homogenitas varians, serta uji homogenitas kemiringan regresi. Keempat uji prasyarat tersebut telah dilakukan terhadap data yang tersedia dan diperoleh hasil bahwa seluruh persyaratan terpenuhi. Oleh karena itu, uji *One Way Ancova* dapat dilanjutkan.

Temuan dari uji hipotesis *One Way Ancova* menunjukkan bahwa menggunakan model PBL yang berfokus pada masalah Sosio-Sains dapat meningkatkan kemampuan peserta didik dalam argumentasi ilmiah tertulis, seperti yang telah dibuktikan oleh hasil statistik [$F(1,67) = 5,521, p = 0,022, \eta^2 = 0,076$]. Tingkat signifikansi yang tercatat adalah $p = 0,022$. Oleh karena itu, H_0 ditolak sementara H_1 diterima. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa penerapan model PBL berbasis SSI berdampak positif terhadap kemampuan argumentasi ilmiah tertulis peserta didik. Setelah penerimaan hipotesis, langkah selanjutnya adalah menilai besarnya dampak yang dimiliki model PBL berbasis SSI terhadap keterampilan argumentasi ilmiah tertulis peserta didik, yang dapat diukur melalui nilai *Partial Eta Squared*.

Nilai *Partial Eta Squared* yang diperoleh adalah 0,075, menurut hasilnya, nilai $\eta^2 = 0,076$ berada pada kategori efek sedang, yang menunjukkan bahwa penggunaan model PBL

berbasis SSI meningkatkan keterampilan argumentasi ilmiah tertulis peserta ketika mengendalikan nilai pretets. Efek sedang ini mungkin disebabkan oleh peserta didik yang masih berada pada tahap awal penyesuaian dengan pendekatan pembelajaran ini. Namun, efektivitas model ini berpotensi untuk meningkatkan dengan penerapan yang konsisten dan berkelanjutan. Model PBL mendorong pengembangan keterampilan berpikir kritis peserta didik melalui keterlibatan mereka dalam analisis fakta, yang menunjukkan bahwa dengan penggunaan berulang, model ini tidak hanya mengasah kemampuan intelektual tetapi juga dapat meningkatkan motivasi peserta didik untuk belajar (Azmi et al., 2021).

Model PBL berbasis SSI telah terbukti efektif dalam meningkatkan keterampilan argumentasi ilmiah peserta didik. Efektivitas ini berasal dari fakta bahwa peserta didik terlibat dengan isu dunia nyata yang relevan dengan pengalaman sehari-hari mereka dan terkait erat dengan pokok bahasan. Selain itu, penerapan model PBL juga mempertajam kemampuan peserta didik dalam memecahkan masalah, mengumpulkan informasi, dan analisis. Pendekatan ini memotivasi peserta didik untuk mengartikulasikan pandangan yang didukung oleh bukti dan penalaran logis, sehingga secara bertahap meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah mereka (Sarira et al., 2019).

Pendekatan SSI dapat meningkatkan kemampuan peserta didik dalam argumentasi, karena memungkinkan mereka untuk mengungkapkan sudut pandang mereka dari berbagai sudut, termasuk dimensi ilmiah, ekonomi, politik, dan sosial. Selain itu, pendekatan SSI mendorong keterlibatan peserta didik yang lebih besar dalam proses pembelajaran (Taufik et al., 2023). Sebuah studi oleh Nurlatifah et al., (2018), menunjukkan bahwa memanfaatkan pengajaran berbasis SSI dapat mengarah pada perbaikan keterampilan berargumentasi peserta didik di tingkat 3, yang ditandai dengan urutan klaim yang didukung oleh bukti dan penalaran, meskipun bantahan mungkin masih belum mencukupi, dan di tingkat 4, yang didefinisikan oleh klaim yang terdefinisi dengan baik yang didukung oleh beberapa bantahan yang kuat.

Model PBL terdiri dari beberapa tahapan dalam sintaksnya, yaitu dimulai dengan pemberian orientasi terhadap masalah, dilanjutkan dengan pengorganisasian aktivitas belajar, pelaksanaan penyelidikan secara individu maupun kelompok, kemudian pengembangan dan presentasi hasil, serta diakhiri dengan tahap analisis dan evaluasi terhadap proses pemecahan masalah (Shofiyah & Wulandari, 2018). Ketika sintaks model PBL tersebut dikolaborasikan menggunakan pendekatan SSI, yakni pendekatan yang mengangkat isu ilmiah yang relevan dengan konteks sosial, maka peserta didik tidak hanya didorong untuk memahami konsep saja, namun juga dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis dalam mencari solusi atas permasalahan tersebut. Keterkaitan ini memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengembangkan kemampuan argumentasi ilmiah melalui proses pengumpulan data, penalaran berbasis bukti, serta penyampaian pendapat yang logis serta tanggung jawab secara sosial.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Mu'minin & Fauziah (2022), model PBL berbasis SSI telah terbukti secara efektif meningkatkan keterampilan argumentasi peserta didik,

menciptakan lingkungan pembelajaran yang menarik dan menyenangkan. Hal ini menghasilkan kepercayaan diri yang lebih besar pada peserta didik dan pemahaman yang lebih dalam tentang materi, serta keinginan untuk mengartikulasikan argumen mereka. Model PBL berbasis SSI tidak hanya berfokus pada peningkatan kemampuan argumentasi ilmiah tertulis peserta didik tetapi juga mendorong pengembangan keterampilan berpikir kritis. Dalam kerangka ini, pendidik memberdayakan peserta didik untuk menjelajahi ide-ide secara bebas dan mencari solusi untuk masalah sosial yang mereka hadapi dengan mempertimbangkan aspek etika, moral, dan sosial (Putro Utomo et al., 2020).

Meskipun hasil penelitian menunjukkan peningkatan kemampuan argumentasi ilmiah yang signifikan pada kelompok eksperimen, namun terdapat faktor lain yang dapat mempengaruhi hasil tersebut. Diantaranya, perbedaan motivasi belajar, kemampuan awal peserta didik dalam menalar informasi dapat menjadi faktor pendukung tidak sepenuhnya terkontrol dalam penelitian ini. Hal ini sejalan dengan temuan Rahman (2024) yang menunjukkan bahwa peserta didik dengan motivasi belajar tinggi cenderung mencapai hasil belajar yang lebih optimal. Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan, antara lain hanya dilakukan di satu sekolah dengan jumlah peserta terbatas, serta waktu implementasi yang relatif singkat. Namun, guru dapat memanfaatkan penelitian ini sebagai alternatif model pembelajaran yang mendorong keterampilan berpikir kritis dan argumentasi ilmiah baik pada pembelajaran biologi ataupun pembelajaran lainnya, khususnya dalam pembelajaran berbasis isu dan kontekstual.

SIMPULAN

Model PBL berbasis SSI menunjukkan bahwa model ini mampu memberikan peningkatan yang signifikan terhadap kemampuan argumentasi ilmiah tertulis peserta didik di SMAN 8 Muaro Jambi. Pendekatan ini secara efektif meningkatkan keterampilan peserta didik dalam membentuk argumen ilmiah, yang dinilai berdasarkan indikator seperti *claim*, *evidence*, *reasoning*, dan *rebuttal*. Berdasarkan hasil ini, guru disarankan untuk mengintegrasikan pendekatan SSI ke dalam pembelajaran melalui model PBL, terutama dalam topik-topik yang bersifat kontekstual dan argumentatif guna mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan argumentatif peserta didik. Penelitian selanjutnya disarankan untuk menerapkan model ini pada materi yang berbeda, dan mengukur kemampuan argumentasi ilmiah secara lisan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan petunjuk-Nya, yang memungkinkan selesainya artikel berjudul "PBL Berbasis SSI Terintegrasi Essay Test Sebagai Solusi Permasalahan Kemampuan Argumentasi Ilmiah". Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang tulus kepada semua yang

telah mendukung proses penulisan artikel ini. Penghargaan khusus disampaikan kepada dosen pembimbing atas bimbingan, umpan balik yang konstruktif, dan dorongan selama perjalanan penulisan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua responden dan individu yang terlibat dalam pelaksanaan penelitian, serta rekan-rekan yang selalu memberikan dukungan moral dan akademis. Diharapkan artikel ini dapat memberikan kontribusi positif bagi kemajuan pengetahuan dan praktik pendidikan di bidang ini.

REFERENSI

- Amelia, T., Fadilah, M., Helendra, H., & Yuniarti, E. (2023). Hubungan Hasil Belajar dengan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Peserta Didik SMAN 1 Payakumbuh pada Materi Sistem Imun. *Islamika: Jurnal Keislaman Dan Ilmu Pendidikan*, 5(2), 595–604. <https://doi.org/10.36088/islamika.v5i2.3062>
- Azmi, N., Asrizal, & Mufit, F. (2021). Meta Analisis: Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Motivasi Belajar Dan Keterampilan Proses Sains Fisika Siswa SMA. *ORBITA: Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Fisika*, 7(2), 291–298. <https://doi.org/10.31764/orbita.v7i2.5940>
- Baqiatun Nafiah, P., & Ariatiawan, A. (2024). Implementasi Model Pembelajaran Kontekstual dengan Pendekatan Socio Scientific Issue Dalam Pembelajaran IPA untuk Mewujudkan Empati Kognitif Siswa. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 4(2), 184–197. <https://doi.org/10.21154/jtii.v4i2.3127>
- Ben-Horin, H., Kali, Y., & Tal, T. (2023). The Fifth Dimension in Socio-Scientific Reasoning: Promoting Decision-Making about Socio-Scientific Issues in a Community. *Sustainability (Switzerland)*, 15(12), 1–23. <https://doi.org/10.3390/su15129708>
- Chasanah, I., Anggereini, E., & Wicaksana, E. J. (2023). Pengembangan E-Learning Menggunakan Schoology terintegrasi Model Problem Based Learning Pada Materi Daur Ulang Limbah Untuk SMA. *Biodik*, 9(2), 82–88. <https://doi.org/10.22437/biodik.v9i2.19896>
- Dewi, R., & Hartoyo, A. (2022). Potret Kurikulum Merdeka, Wujud Merdeka Belajar di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 6(4), 5877–5889. <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i4.3431>
- Ellin, P. D. (2010). The Essential Guide to Effect Size. In *Cambridge University Press*. <https://doi.org/10.2307/j.ctv1jkojxc>
- Fitriyanti, F., F, F., & Zikri, A. (2020). Peningkatan Sikap dan Kemampuan Berpikir Ilmiah Siswa Melalui Model PBL di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 4(2), 491–497. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v4i2.376>
- Johnson, J., Macalalag, A. Z., & Dunphy, J. (2020). Incorporating socioscientific issues into a STEM education course: exploring teacher use of argumentation in SSI and plans for classroom implementation. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 2(1), 2–9. <https://doi.org/10.1186/s43031-020-00026-3>
- McNeill, K. L. (2011). Elementary Students' Views of Explanation, Argumentation, and Evidence, and Their Abilities to Construct Arguments Over the School Year. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(7), 793–823. <https://doi.org/10.1002/tea.20430>
- Mu'minin, A., & Fauziah, H. N. (2022). Efektivitas Model Pembelajaran Problem-based Learning Berbasis Socioscientific terhadap Kemampuan Argumentasi Peserta Didik. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 2(2), 195–204. <https://doi.org/10.21154/jtii.v2i2.865>
- Nasrun, Faisal, & Feriyansyah. (2018). Pendampingan Model Pembelajaran Inovatif di Sekolah Dasar Kecamatan Medan Selayang Kota Meda. *Kawanad: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 24(2), 671–676. <https://doi.org/10.56347/kjpkm.v1i1.6>
- Novanda, N. A. L., Supeno, & Budiarmo, A. S. (2024). Pengembangan LKPD Berbasis Etnosains untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa SMP pada Pembelajaran IPA. *Jurnal Pendidikan Mipa*, 14(1), 8–18. <https://doi.org/10.37630/jpm.v14i1.1435>
- Nurlatifah, S., Tukiran, T., & Erman, E. (2018). The Development of Learning Material Using Learning Cycle 7E with Socio-scientific Issues Context in Rate of Reaction to Improve Studentrs Argumentation Skills in Senior High School. *Advances in Intelligent Systems Research (AISR)*, 157(Miscic), 81–86. <https://doi.org/10.2991/miscic-18.2018.20>
- Nusantari, E., Abdul, A., Damopolil, I., Alghafri, A. S. R., & Bakkar, B. S. (2021). Combination of Discovery Learning and Metacognitive Knowledge Strategy to Enhance Students' Critical Thinking Skills. *European Journal of Educational Research*, 10(4), 1781–1791. <https://doi.org/https://doi.org/10.12973/eu-jer.#10.4.1781>
- Purwati, R., Suranto, Sajidan, & Prasetyanti, N. M. (2019). Problem-Based Learning Modules with Socio-Scientific Issues Topics to Closing the Gap in Argumentation Skills. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 18(4), 35–45.
- Putro Utomo, A., Narulita, E., Nur, R., & Billah, R. N. I. (2020). Penerapan model pembelajaran problem based learning berbasis socio-scientific issue (SSI) terhadap kemampuan berpikir kritis siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Ipa Veteran*, 4(2), 149–159. <https://doi.org/https://doi.org/10.31331/jipva.v4i2.1259>
- Rahman, S. (2024). Pentingnya Motivasi Belajar Dalam Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *ALFIHRIS: Jurnal Inspirasi Pendidikan*, 2(3), 61–68. <https://doi.org/10.59246/alfihris.v2i3.843>
- 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/https://doi.org/10.21831/jipi.v5i1.22548>
- Rizkia, R. F., & Aripin, I. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Argument-Driven Inquiry (ADI) Pada Pembelajaran Biologi Di SMA. *Prosiding Seminar*

Nasional Pendidikan, 4, 225–231.
<https://prosiding.unma.ac.id/index.php/semnasfkip/article/view/802>

- Sarira, P. M., Priyayi, D. F., & Astuti, S. P. (2019). Hubungan Argumentasi Ilmiah Dan Hasil Belajar Kognitif Pada Penerapan Model Problem Based Learning (PBL). *Edu Sains Jurnal Pendidikan Sains & Matematika*, 7(2), 1–10. <https://doi.org/10.23971/eds.v7i2.1258>
- Shofiyah, N., & Wulandari, F. eka. (2018). Model Problem Based Learning (PBL) dalam Melatih Scientific Reasoning Siswa. *JPPIPA (Jurnal Penelitian Pendidikan IPA)*, 3(2), 33–39. <https://doi.org/https://doi.org/10.26740/jppipa.v3n1.p33-38>
- Siska, Triani, W., Yunita, Maryuningsih, Y., & Ubaidillah, M. (2020). Penerapan Pembelajaran Berbasis Socio Scientific Issues Untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah. *Edu Sains Jurnal Pendidikan Sains & Matematika*, 8(1), 22–32. <https://doi.org/10.23971/eds.v8i1.1490>
- 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. *Jurna Ilmu Alam Indonesia*, 2(1), 50–69. www.syekhnurjati.ac.id/jurnal/index.php/jia
- Taufik, A. N., Berlian, L., Iman, A., & Tarisa, R. (2023). Profil Kemampuan Argumentasi Lisan Berbasis Socioscientific Issues Mahasiswa Pendidikan IPA pada Mata Kuliah Mikrobiologi. *PENDIPA Journal of Science Education*, 6(3), 832–838. <https://doi.org/10.33369/pendipa.6.3.832-838>
- Wibawa, R. A. P., Prayitno, B. A., & Marjono. (2018). Penerapan Problem Based Learning Pada Materi Pencemaran Lingkungan Untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Tertulis Siswa Kelas X MIPA. *Jurnal Biogenesis*, 14(2), 29–36.

Conflict of Interest Statement: The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright © 2025 Sarah Amelia, Ervan Johan Wicaksana, Danial Mursyd. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (CC BY). The use, distribution or reproduction in other forums is permitted, provided the original author(s) and the copyright owner(s) are credited and that the original publication in this journal is cited, in accordance with accepted academic practice. No use, distribution or reproduction is permitted which does not comply with these terms.

LIST TABLE

1. Effect Size Partial Eta Squared.....	269
2. Rata-rata Nilai Pretest dan Posttest Kemampuan Argumentasi Ilmiah Tertulis Peserta Didik.....	269
3. Rata-rata Ketercapaian Indikator Kemampuan Argumentasi Ilmiah Tertulis Peserta Didik.....	269

Table 1 / Effect Size Partial Eta Squared

<i>Test</i>	<i>Relevant Effect Size</i>	<i>Effect Size Classes</i>		
		<i>Small</i>	<i>Medium</i>	<i>Large</i>
<i>Comparison of independent means</i>	<i>d, Δ, Hedges' g</i>	0.20	0.50	0.80
<i>Comparison of two correlations</i>	<i>Q</i>	0.10	0.30	0.50
<i>Difference between proportions</i>	<i>Cohen's g</i>	0.05	0.15	0.25
<i>Correlation</i>	<i>R</i>	0.10	0.30	0.50
	<i>r²</i>	0.01	0.09	0.25
<i>Crosstabulation</i>	<i>w, φ, V, C</i>	0.10	0.30	0.50
<i>ANOVA</i>	<i>F</i>	0.10	0.25	0.40
	<i>η²</i>	0.01	0.06	0.14
<i>Multiple regression</i>	<i>R²</i>	0.02	0.13	0.26
	<i>f²</i>	0.02	0.15	0.35

Table 2 / Rata-rata Nilai Pretest dan Posttest Kemampuan Argumentasi Ilmiah Tertulis Peserta Didik

Variabel Terikat	Kelompok	Pre-test	Post-test
Kemampuan Argumentasi Ilmiah Tertulis	Kontrol	22	38
	Eksperimen	29,6	58,9

Table 3 / Rata-rata Ketercapaian Indikator Kemampuan Argumentasi Ilmiah Tertulis Peserta Didik

Kelas	Indikator Kemampuan Argumentasi Ilmiah	Nilai Pretest	Nilai Posttest	Selisih
Eksperimen	Claim	41,2	67,6	26,2
	Evidence	37,1	65,7	28,6
	Reasoning	30	58,1	23,3
	Rebuttal	10	43,8	33,3
	Rata-rata	29,6	58,8	
Kontrol	Claim	39,5	53,8	14,3
	Evidence	27,1	36,7	19,5
	Reasoning	16,7	27,1	10,5
	Rebuttal	4,8	24,8	20
	Rata-rata	22	38	

LIST FIGURE

1. Grafik Nilai Rata-rata Tes Kemampuan Argumentasi Ilmiah.....269
2. Grafik Rata-rata Ketercapaian Indikator Kemampuan Argumentasi Ilmiah Tertulis.....269

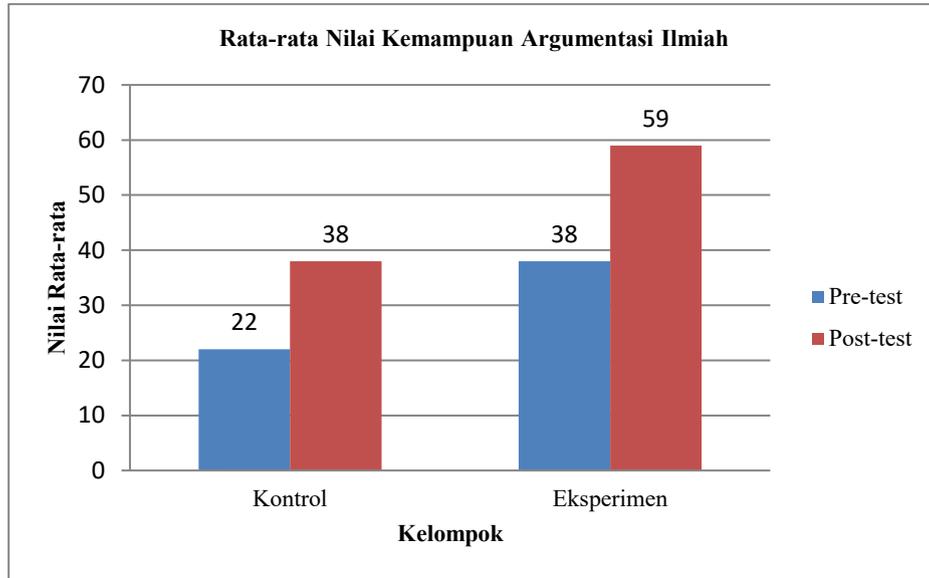


Figure 1 / Grafik Nilai Rata-rata Tes Kemampuan Argumentasi Ilmiah

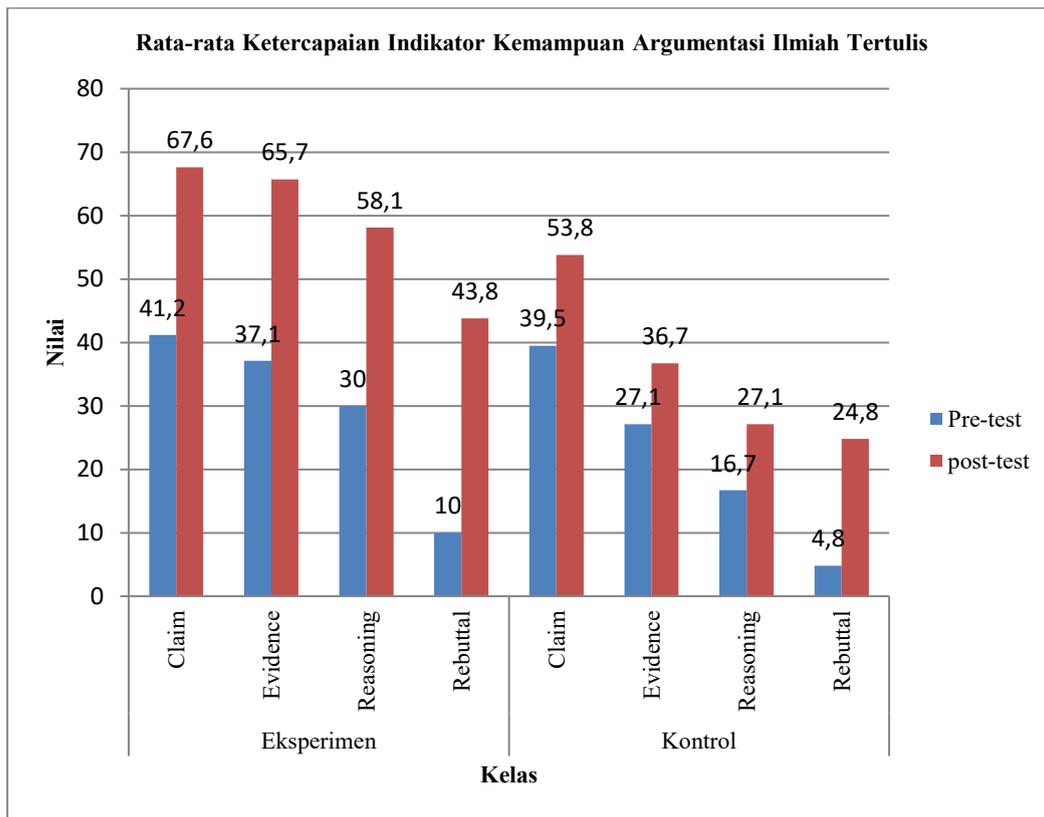


Figure 2 / Grafik Rata-rata Ketercapaian Indikator Kemampuan Argumentasi Ilmiah Tertulis