

## Pengaruh Penggunaan Model Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa Kelas X dalam Pembelajaran Biologi

Baiq Sri Widia Hardianti<sup>1\*</sup>, AA Sukarso<sup>1</sup>, M Yamin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram, Jl. Majapahit No.62, Mataram, Indonesia

\*Corresponding Author e-mail: [baigsriwidiahardianti@gmail.com](mailto:baigsriwidiahardianti@gmail.com)

Received: August 2025; Revised: September 2025; Published: October 2025

### Abstrak

Kemampuan argumentasi ilmiah penting untuk mempersiapkan siswa dalam menghadapi tantangan abad ke-21 yang menuntut keterampilan berpikir kritis dan penalaran logis. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh penggunaan model Problem Based Learning (PBL) dalam meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah siswa kelas X SMA. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan desain eksperimen semu (*Quasi-Experiment*) tipe *Non-Equivalent Control Group Design*. Populasi penelitian adalah siswa kelas X SMAN 1 Labuhan Haji, dengan sampel 60 siswa yang terbagi menjadi kelas eksperimen (perlakuan PBL) dan kelas kontrol (perlakuan konvensional/ceramah), materi biologi yang di tekankan adalah materi ekosistem. Instrumen yang digunakan adalah tes kemampuan argumentasi ilmiah berbentuk esai yang dianalisis menggunakan pola argumentasi Toulmin (*Toulmin's Argumentation Pattern/TAP*) yaitu klaim, data, warrant, dan backing sementara untuk rebuttal tidak disertakan. Siswa yang belajar dengan PBL mampu menyusun argumen yang lebih lengkap, sistematis, dan komprehensif, terutama dalam menyajikan alasan pendukung (*warrant*) dan sanggahan (*rebuttal*). Hasil analisis data menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kemampuan argumentasi yang lebih signifikan pada kelas eksperimen. Rata-rata posttest kelas eksperimen mencapai 84,2, sedangkan kelas kontrol 67,6. Hasil uji N-Gain kelas eksperimen 0,60 (kategori sedang) dan kelas kontrol 0,19 (kategori rendah). Uji hipotesis menggunakan ANACOVA menghasilkan nilai signifikansi (Sig.) 0,000. Dengan demikian,  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima, yang menyimpulkan bahwa terdapat pengaruh yang signifikan dari penerapan model Problem Based Learning dalam meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah siswa.

**Kata kunci :** *Problem-Based Learning, Argumentasi Ilmiah, Pembelajaran Biologi.*

**How to Cite:** Hardianti, B, S, W., Sukarso, A. A., & Yamin, M. (2025). Pengaruh Penggunaan Model Problem Based Learning untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa Kelas X dalam Pembelajaran Biologi. *Journal of Authentic Research*, 4(2), 1527–1541. <https://doi.org/10.36312/jar.v4i2.3609>



<https://doi.org/10.36312/jar.v4i2.3609>

Copyright© 2025, Sambawa et al.

This is an open-access article under the CC-BY-SA License.



## PENDAHULUAN

Abad 21 dicirikan oleh berkembangnya informasi secara digital. Masyarakat secara masif terkoneksi satu dengan lainnya. Hal inilah yang dikatakan oleh banyak orang dengan revolusi industri, terutama industri informasi. Era digital telah mewarnai kehidupan manusia di abad 21. Pembelajaran di abad 21 harus dapat mempersiapkan generasi manusia Indonesia menyongsong kemajuan teknologi informasi dan komunikasi dalam kehidupan

bermasyarakat. Pembelajaran abad 21 sebenarnya adalah implikasi dari perkembangan masyarakat dari masa ke masa (Syahputra, 2024). Pada abad ke-21 ini guru memiliki peranan yang sangat penting yaitu dengan menyiapkan siswa yang memiliki kualifikasi sesuai tuntutan zaman melalui digitalisasi teknologi (Hidayat *et al.*, 2023). diperlukan oleh anak-anak bangsa. Oleh karena itu diperlukan keterlibatan semua pihak terutama pihak sekolah dalam menyiapkan anak-anak bangsa agar memiliki sejumlah keterampilan yang diperlukan dalam kehidupan di abad 21 ini. Untuk bisa berperan secara bermakna pada era globalisasi di abad ke-21 ini maka setiap warga negara dituntut untuk memiliki kemampuan yang dapat menjawab tuntutan perkembangan zaman (Syahputra, 2024).

Literasi sains memainkan peran penting dalam membantu siswa memahami fenomena alam dan teknologi, serta mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah yang sangat dibutuhkan di dunia kerja (Alfiah & Bramastia, 2024). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa literasi sains memiliki korelasi positif dengan berbagai aspek kompetensi siswa, termasuk keterampilan kognitif, kemampuan analitis, dan kecakapan teknis. Literasi sains juga berkontribusi terhadap pengembangan soft skills, seperti kemampuan komunikasi, kolaborasi, dan manajemen waktu. Dengan demikian, literasi sains tidak hanya meningkatkan kompetensi akademik siswa tetapi juga mempersiapkan mereka untuk menghadapi tantangan dan tuntutan dunia kerja yang semakin kompleks (Alfiah & Bramastia, 2024). Salah satu fokus pembelajaran sains adalah mengembangkan kemampuan siswa untuk berpartisipasi aktif dalam diskusi tentang isu-isu sosio-sains (SSI) dalam kehidupan sehari-hari (Anamÿ *et al.*, 2023). Melalui pendidikan sains, siswa dapat terlibat pada dampak sains dalam kehidupan sehari – hari dan peran siswa dalam masyarakat. Dengan menerapkan konsep sains dalam pendidikan sains, siswa Indonesia diharapkan mampu menyelesaikan permasalahan di kehidupan nyata pada era abad 21 ini (Pratiwi *et al.*, 2019).

Dalam pembelajaran sains, biologi diajarkan secara khusus melalui penggunaan analisis kritis, penalaran induktif, dan penalaran deduktif untuk mengatasi masalah yang berkaitan dengan fenomena lingkungan terdekat serta produk biologis yang tersusun dari fakta, aturan, prinsip, teori, hukum, dan hipotesis yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari dan interaksi dengan alam. Biologi merupakan salah satu ilmu yang paling banyak diuntungkan dengan kemampuan analisis, oleh karena itu seorang guru perlu dapat meningkatkan kemampuan analisis peserta didik (Apriyani & Alberida, 2023). Pada pembelajaran sains khususnya pelajaran Biologi yang dikembangkan melalui berfikir analisis, induktif, dan deduktif untuk menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan peristiwa alam sekitar serta produk Biologi yang terdiri atas fakta, konsep, prinsip, teori, hukum dan postulat yang berkaitan dengan kehidupan makhluk hidup beserta interaksi dengan lingkungan (Dewina *et al.*, 2017).

Argumentasi ilmiah merupakan kemampuan mengkaitkan klaim, bukti ilmiah dan alasan yang rasional. Argumentasi ilmiah merupakan sebuah klaim dari pemikiran yang logis tentang suatu teori dan data yang mendukung bahwa teori itu benar (Wiwik Kartika Sari dan Ella Izzatin Nada, 2021). Keterampilan argumentasi sains berkaitan langsung dengan cara memperoleh informasi, pengetahuan, dan pemahaman seseorang dari berbagai fenomena yang ada disekitar. Kemudian menafsirkan pengetahuan yang telah ada dan membuat penilaian tentang kebenaran

dari kredibilitas informasi yang diketahui (Nazidah *et al.*, 2022). Penilaian kualitas argumentasi mengacu pada Toulmin's Argument Pattern (TAP). TAP dianggap mampu meningkatkan kualitas argumentasi di kelas melalui kegiatan mencari, menanggapi perbedaan dan mengambil sikap sehingga komunikasi ilmiah dalam kelas lebih efektif. Toulmin mengatakan bahwa suatu argumen didapatkan dari serangkaian kalimat yang saling berhubungan dan berdasarkan suatu pernyataan yang diyakini kebenarannya, yaitu claim (C), dengan data (D) yang sudah teruji, dan terhubung melalui warrant (W) dan diperkuat dengan backings (B). Argumen ditentang dalam rebuttals (R), atau counter-arguments yang menyajikan fakta yang berlawanan dengan data, warrant maupun backings sehingga membuktikan bahwa pernyataan tersebut benar (Probosari *et al.*, 2016).

Berdasarkan observasi awal dan diskusi dengan guru Biologi di SMA Negeri 1 Labuhan Haji, penerapan model pembelajaran yang secara eksplisit melatih keterampilan berpikir kritis dan argumentasi masih kurang optimal, di mana pembelajaran lebih terfokus pada pengetahuan dan pemahaman. Walaupun model Problem Based Learning (PBL) sesekali digunakan dan dinilai efektif meningkatkan keaktifan dan berpikir kritis siswa, tes argumentasi ilmiah belum pernah dilakukan. Salah satu model pembelajaran yang berpotensi melatih keterampilan tersebut adalah *Problem Based Learning* (PBL). Pembelajaran Berbasis masalah (*Problem Based Learning*) adalah pembelajaran yang diperoleh melalui proses menuju pemahaman akan resolusi suatu masalah (Pertiwi *et al.*, 2023). PBL dapat menginspirasi peserta didik untuk menganalisis permasalahan dan mencari solusi atas tantangan yang muncul dalam kehidupan sehari-hari (Dewina *et al.*, 2017). Tujuan dari pendekatan ini adalah untuk memberikan kesempatan kepada peserta didik agar dapat berpikir kritis melalui interaksi dan pembelajaran di antara mereka, sehingga menciptakan suasana yang mendukung perkembangan keterampilan dalam memahami serta mengaplikasikan hubungan sebab-akibat dalam konteks masalah. PBL mengajarkan peserta didik dalam menilai dan mengevaluasi prosedur pemecahan masalah menggunakan argumentasi ilmiah (Wibawa *et al.*, 2017). PBL bukan sekedar mengarahkan anak untuk berpikir kritis dan kreatif, namun turut mengasah keterampilan kolaboratif, argumentasi dan komunikasi yang sangat penting dalam konteks pendidikan modern (Zahraa *et al.*, 2025). Penelitian yang dilakukan Kumala *et al.*, (2017) dengan judul "Bernalar dan Berargumentasi Melalui Problem Based Learning". Berdasarkan hasil uji manova diperoleh bahwa terdapat pengaruh penerapan model pembelajaran PBL terhadap kemampuan bernalar siswa dan kemampuan berargumentasi siswa.

Siswa dapat menangani masalah dunia nyata yang relevan dengan kehidupan keseharian mereka dengan menggunakan metodologi PBL. Pendekatan ini memungkinkan siswa untuk mempelajari materi secara mendalam melalui konteks praktis (Safitri *et al.*, 2025). Selain itu, penelitian (Prifes, 2023) menegaskan bahwa PBL secara signifikan mampu meningkatkan keterampilan berargumentasi ilmiah siswa, menumbuhkan keyakinan diri, serta mendorong mereka untuk berpartisipasi aktif selama proses pembelajaran. Melalui metode ini, siswa bukan sekedar belajar memahami konsep, melainkan juga mengembangkan keterampilan problem-solving yang aplikatif, yang sangat berguna untuk menghadapi tantangan di luar lingkungan sekolah (Safitri *et al.*, 2025). Dalam konteks lain, diindikasikan bahwa kemampuan argumentasi siswa umumnya berada pada level rendah (misalnya Level 1 atau 2), di

mana siswa belum terbiasa dalam membuat argumentasi ilmiah berdasarkan indikator yang lengkap dari TAP.

PBL meningkatkan argumentasi ilmiah karena model ini mensimulasikan praktik ilmiah yang autentik. Dalam ilmu Biologi, untuk memecahkan masalah (misalnya, isu lingkungan atau kesehatan), seseorang harus memulai dengan hipotesis (Claim), mencarinya di alam atau literatur (Data), menjustifikasi temuan tersebut dengan hukum Biologi yang mapan (Warrant), mendukung hukum tersebut dengan teori yang lebih luas (Backing), dan mampu menyanggah pandangan yang bertentangan (Rebuttal). PBL menyediakan kerangka kerja pedagogis yang terstruktur untuk melatih keenam komponen argumentasi tersebut secara bertahap dan sistematis.

## METODE

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 1 Labuhan Haji yang beralamat di Jl. Hos Cokroaminoto Lb.Haji, Kelurahan Labuhan Haji, Kecamatan Labuhan Haji, Kabupaten Lombok Timur, Nusa Tenggara Barat, dengan Kode Pos 83675. Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas X yang berjumlah 9 kelas. Sampel dalam penelitian ini ditentukan dengan mengambil sampel di kelas secara acak atau random sampling yang berjumlah 60 siswa untuk menentukan kelas eksperimen dan kelas kontrol yaitu siswa kelas X.1 dipilih sebagai kelompok eksperimen dan siswa kelas X.5 sebagai kelompok kontrol. Kegiatan penelitian dilakukan sebanyak 2 kali pertemuan 2 JP pada tiap masing-masing kelas kontrol dan kelas eksperimen pada semester genap tahun ajaran 2024/2025.

Pendekatan dalam Penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif. Jenis penelitian ini menggunakan metode eksperimen semu (*Quasi Experimental Research*) atau penelitian eksperimen semu dengan desain penelitian *non-equivalent control group design*. (Virgiana, et al., 2020). Ini berarti kedua kelompok melakukan *pre-test* berupa 10 soal essay terkait materi ekosistem sebelum dikenakan perlakuan. Kemudian setelah diberikan perlakuan kedua kelompok diberikan *post-test* dengan soal yang sama saat *pre-test*. Hal ini untuk melihat apakah terdapat peningkatan kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik setelah diberikan perlakuan.

Sintaks atau langkah-langkah utama dari model pembelajaran *Problem-Based Learning* (PBL) umumnya terdiri dari lima fase. Sintaks ini dikembangkan oleh Richard I. Arends dan sering menjadi acuan dalam dunia Pendidikan. Berikut sintaks PBL dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Sintaks Model Pembelajaran *Problem Based Learning*

Fase PBL	Kegiatan Guru (Singkat)	Kegiatan Siswa (Singkat)
<b>1. Orientasi pada Masalah</b>	Menyajikan masalah nyata dan memotivasi siswa.	Merumuskan <b>klaim</b> awal (dugaan) tentang masalah.
<b>2. Organisasi Belajar</b>	Membimbing pembentukan kelompok dan tugas.	Berkolaborasi mendefinisikan masalah dan menyusun <b>hipotesis</b> .

Fase PBL	Kegiatan Guru (Singkat)	Kegiatan Siswa (Singkat)
3. Penyelidikan	Memfasilitasi dan membimbing pencarian sumber dan eksperimen.	Mengumpulkan <b>data/bukti</b> untuk mendukung argumen.
4. Pengembangan dan Penyajian	Membantu penyusunan dan persiapan presentasi.	Menyusun dan mempresentasikan <b>argumen lengkap</b> (klaim, data, alasan).
5. Analisis dan Evaluasi	Memfasilitasi refleksi dan diskusi ilmiah.	Menyajikan <b>sanggahan (rebuttal)</b> dan mengevaluasi solusi.

**Tabel 2.** Desain Penelitian (*non-equivalent control group desain*)

Kelompok	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	Ya	X <sub>1</sub>	Ya
Control	Ya	X <sub>0</sub>	Ya

Keterangan :

X<sub>0</sub> : Pembelajaran dengan menggunakan model konvensional (ceramah)

X<sub>1</sub> : Pembelajaran dengan menggunakan model *Problem Based Learning*

Instrumen pengumpulan data pada penelitian ini berupa test (*Pretest dan Posttest*) dan dokumentasi untuk mengetahui hasil belajar Biologi (Juniar et al., 2024). Tes dilakukan secara tertulis dengan bentuk soal essay sebanyak 10 soal dan soal tes dibuat oleh peneliti. Soal-soal yang akan digunakan untuk penelitian ini sebelumnya yang telah di validasi oleh ahli. Selain itu soal tes kemampuan argumentasi ini telah diuji coba terlebih dahulu kepada kelas yang telah mendapatkan materi mengenai ekosistem.

**Tabel 3.** Desain Penilaian Tingkat Argumentasi Ilmiah secara Tertulis Menurut Herlanti (2014)

Tingkat	Keterangan
1	Wacana hanya mengandung klaim (K)
2	Wacana mengandung klaim dan data (DK)
3	Wacana mengandung klaim, data, penjamin tanpa pendukung (backing) (DKW)
4	Wacana mengandung klaim, data, penjamin dengan pendukungnya (backing), tanpa kualitas dan atau pengecualian (DKWB)
5	Wacana mengandung klaim, data, penjamin dengan pendukungnya, dan qualifier/kualitas dan/atau reservasi pengecualian (reervasi) (DKWBQR)

Sedangkan teknik analisis data pada penelitian ini menggunakan analisis data dengan menggunakan uji ANACOVA. Uji Prasyarat menggunakan uji normalitas dan homogenitas untuk memastikan data terdistribusi normal dan memiliki varians yang sama, sebagai syarat untuk uji hipotesis parametrik. Pada uji peningkatan menggunakan uji N-Gain untuk menghitung peningkatan efektivitas pembelajaran pada kedua kelompok, sedangkan uji hipotesis menggunakan uji ANACOVA (*Analysis of C Covariance*) untuk menguji perbedaan rata-rata posttest antar kelompok sambil mengontrol pengaruh pretest (kovariat). Kriteria pengambilan keputusan: Jika nilai Sig. < 0,05, maka  $H_0$  ditolak dan  $H_a$  diterima.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa

Hasil penelitian penerapan model pembelajaran PBL untuk meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah siswa menurut hasil uji statistic dapat dilihat pada Tabel 4.

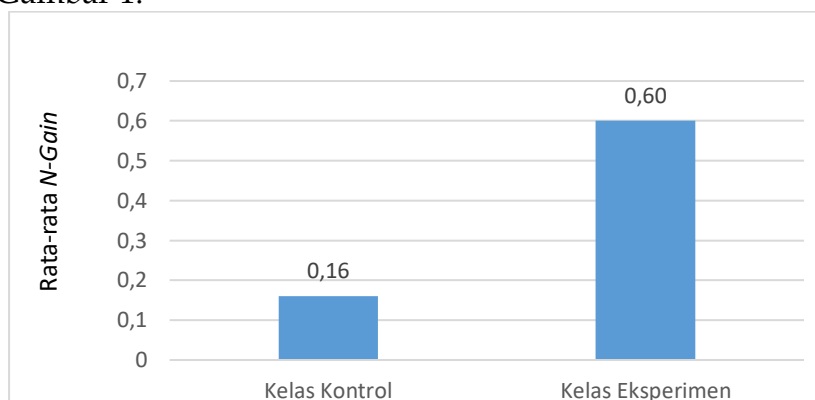
**Tabel 4.** Hasil Rekapitulasi Nilai Pretest Dan Posttest, Serta Analisis Data Statistika Argumentasi Ilmiah Siswa

Komponen	Kelas Eksperimen		Kelas Kontrol	
	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>	<i>Pretest</i>	<i>Posttest</i>
Jumlah Siswa	30	30	30	30
Rata-rata skor	59,7	84,2	58,9	67,6
Skor Minimum	50	75	51	60
Skor Maksimum	69	93	69	78
Standar Deviasi	5,819	5,268	5,575	4,964
Uji Normalitas	0.200 (Normal)	0.188 (Normal)	0.200 (Normal)	0.200 (Normal)
Uji Homogenitas	0.731 (Homogen)	0.763 (Homogen)	0.763 (Homogen)	0.730 (Homogen)
Uji <i>N-Gain</i>	0.60		0.19	
Beda rata-rata ( <i>Uji Anacova</i> ) dengan signifikansi 0,05	Nilai sig = 0.000 $H_0$ : Ditolak $H_a$ : Diterima		Artinya : Penerapan model pembelajaran berbasis masalah (Problem Based Learning) dapat meningkatkan kemampuan Argumentasi Ilmiah siswa.	

Berdasarkan Tabel 4. diketahui rata-rata skor *pretest* untuk kelas eksperimen sebesar (59,7) mengalami peningkatan sebesar (24,5) point menjadi (84,2), dan rata-rata *pretest* pada kelas kontrol sebesar (58,9) mengalami peningkatan yang lebih rendah sebesar (8,7) point menjadi (67,6). Skor minimum dan maksimum pada kelas eksperimen menunjukkan peningkatan masing-masing dari 50 menjadi 75 dan 69 menjadi 93. Nilai terendah *pretest* kelas eksperimen (50) terjadi untuk 1 orang siswa dan pada kelas kontrol (51) terjadi pada 2 orang siswa. Nilai tertinggi *pretest* kelas eksperimen (69) terjadi untuk 2 orang siswa dan pada kelas kontrol (69) terjadi pada 1 orang siswa. Nilai terendah *posttest* kelas eksperimen (75) terjadi pada 3 orang siswa dan pada kelas kontrol (60) terjadi pada 3 orang siswa. Nilai tertinggi *posttest* eksperimen (93) terjadi pada 1 orang siswa dan pada kelas kontrol (78) terjadi pada 1 orang siswa.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa seluruh data penelitian memenuhi persyaratan dasar (asumsi) untuk dilakukan pengujian hipotesis lebih lanjut. Uji Normalitas dengan nilai signifikansi (Sig.) yang konsisten di atas 0.05 (mulai dari 0.188 hingga 0.200) mengonfirmasi bahwa data yang diperoleh dari semua kelompok berdistribusi normal. Selanjutnya, Uji Homogenitas juga menunjukkan hasil yang memuaskan, di mana nilai Sig. di atas 0.05 (mulai dari 0.730 hingga 0.763) menegaskan bahwa varian data antar kelompok adalah seragam (homogen).

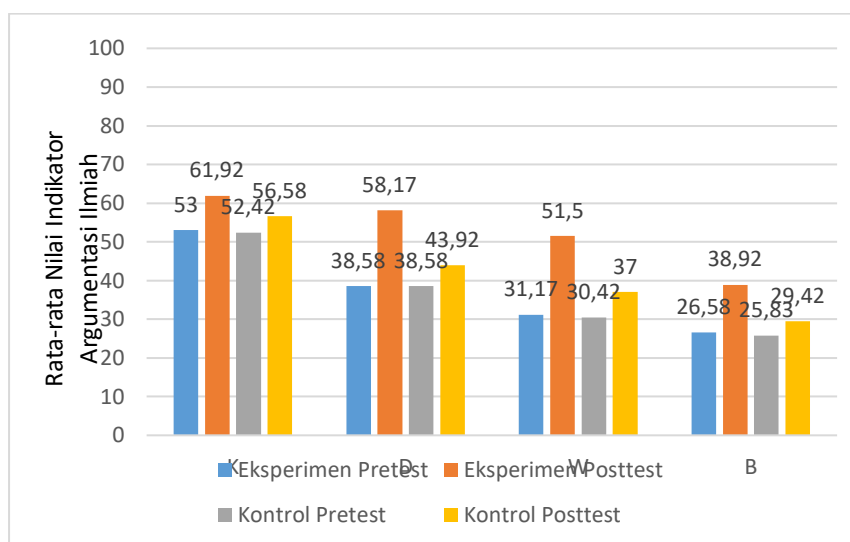
Analisis peningkatan hasil belajar diukur menggunakan Uji N-Gain. Ditemukan perbedaan yang jelas antara kelompok perlakuan dan kelompok kontrol. Kelompok perlakuan menunjukkan peningkatan yang sedang dengan nilai N-Gain 0.60 sementara kelompok kontrol hanya mengalami peningkatan rendah dengan nilai 0.19. Rata-rata N-Gain argumentasi ilmiah kelas eksperimen dan kelas kontrol disajikan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Nilai N-Gain Kemampuan Argumentasi Ilmiah Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Hasil uji *N-Gain* kelas eksperimen memiliki rata-rata *N-Gain* lebih besar dari kelas kontrol. Nilai *N-Gain* menunjukkan peningkatan kemampuan argumentasi ilmiah siswa yang lebih tinggi pada kelas eksperimen (*N-Gain* = 0.60) kategori peningkatan sedang dibandingkan dengan kelas kontrol (*N-Gain* = 0.19) kategori peningkatan rendah. Uji *N-Gain* digunakan untuk mengukur peningkatan hasil belajar siswa dengan membandingkan hasil tes kemampuan awal sebelum perlakuan (pretest) dan hasil belajar setelah perlakuan (posttest)

Perbedaan ini kemudian dikonfirmasi oleh Uji Beda Rata-rata (ANCOVA). Dengan nilai signifikansi 0.000, yang jauh lebih kecil dari  $\alpha = 0.05$ , hipotesis nol ( $H_0$ ) ditolak dan hipotesis alternatif ( $H_a$ ) diterima. Secara substantif, ini berarti Penerapan model pembelajaran berbasis masalah (Problem Based Learning) secara signifikan terbukti dapat meningkatkan kemampuan Argumentasi Ilmiah siswa dibandingkan dengan kelompok yang tidak menerima perlakuan tersebut



**Gambar 2.** Rata-rata Nilai Kemampuan Argumentasi Ilmiah Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol per indikator. Keterangan K (Klaim), D (Data), W (Warrant), B (Backing)

Rata-rata nilai kelas eksperimen dan kelas kontrol untuk setiap indikator (*klaim, data warrant, backing*) hasilnya hampir sama sebelum dilakukan perlakuan, namun setelah diberikan perlakuan kelas eksperimen menunjukkan hasil rata-rata nilai yang lebih tinggi dari kelas kontrol. Perolehan rata-rata nilai untuk setiap indikator (*klaim, data warrant, backing*) kelas eksperimen mengalami peningkatan lebih baik dari kelas kontrol.

Hasil perbandingan rata-rata nilai Indikator Argumentasi Ilmiah menunjukkan bahwa kedua kelompok, baik Eksperimen maupun Kontrol, memiliki kemampuan awal yang relatif setara pada keempat indikator (K, D, W, dan B), di mana selisih nilai Pretest mereka sangat kecil. Namun, setelah perlakuan, Kelompok Eksperimen menunjukkan peningkatan yang jauh lebih unggul pada semua indikator dibandingkan Kelompok Kontrol. Peningkatan paling signifikan terlihat pada Indikator D, di mana nilai Posttest kelompok Eksperimen melonjak dari 38.58 menjadi 58.17, jauh meninggalkan kelompok kontrol yang hanya mencapai 43.92. meskipun nilai rata-rata Posttest pada Indikator B merupakan yang terendah di antara keempat indikator, pola keunggulan Kelompok Eksperimen tetap konsisten.

Secara keseluruhan, data ini secara visual menguatkan temuan statistik sebelumnya mengenai efektivitas model pembelajaran yang diterapkan pada kelompok eksperimen. Peningkatan rata-rata Posttest yang konsisten dan lebih tinggi pada kelompok Eksperimen (51.50 hingga 61.92) dibandingkan kelompok kontrol (29.42 hingga 56.58) mengindikasikan adanya dampak positif dan signifikan dari intervensi yang diberikan. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa perlakuan tersebut efektif dalam meningkatkan kemampuan Argumentasi Ilmiah siswa pada keempat aspek yang diukur.

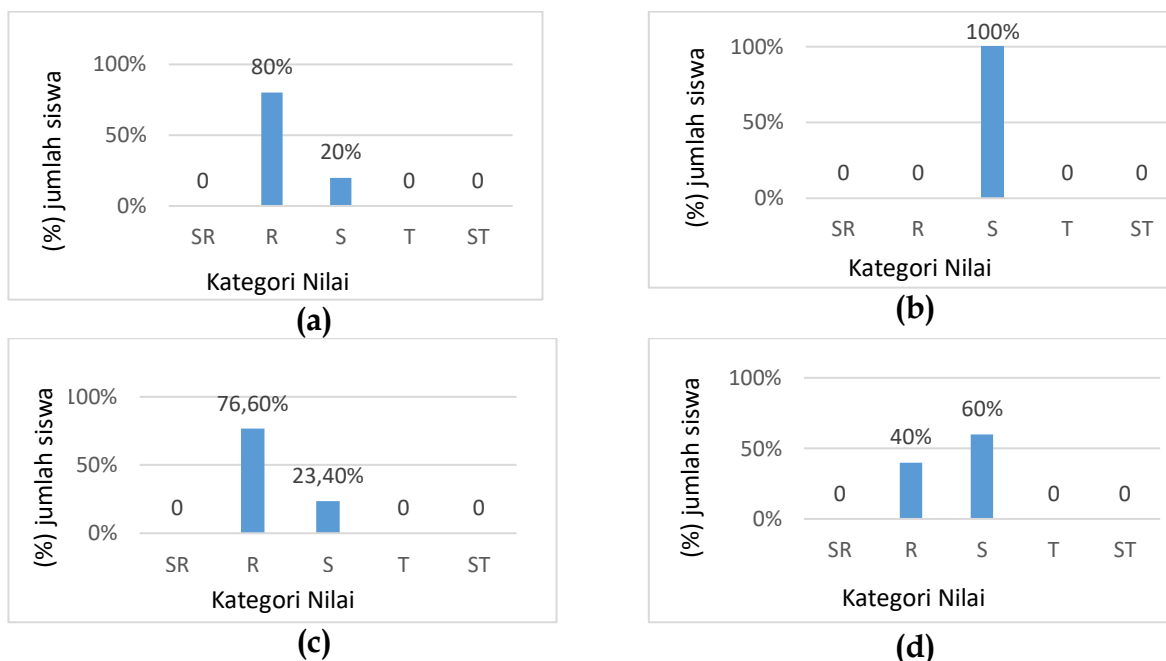
Persentase rata-rata hasil posttest kelas eksperimen lebih baik atau lebih besar pada indikator klaim, data, warrant dan backing dibandingkan dengan kelas kontrol. Ini terjadi karena banyak siswa yang masih kurang terampil dan merasa kesulitan dalam menata potongan informasi secara sistematis dan koheren berkaitan dengan permasalahan yang disajikan dalam pembelajaran dan belum dapat memberikan argumentasi yang tepat dari hubungan tersebut (Dewina *et al.*, 2017). Persentase rata-

rata nilai kelas eksperimen lebih baik pada semua indikator keterampilan berargumentasi dari semua soal yaitu claim, data, warrant, dan backing dibandingkan dengan kelas kontrol. Namun data ini menunjukkan bahwa kualitas argumentasi pada kelas eksperimen mampu dan baik pada tahap claim, data, dan warrant. Sedangkan untuk kualitas argumentasi siswa pada kelas kontrol hanya pada tahap claim dan data saja. Tahap backing kualitas argumentasi siswa pada kelas eksperimen masih kurang atau sedikit siswa yang sampai pada tahap tersebut, sehingga memiliki kriteria sangat rendah. Yang berarti bahwa kualitas argumentasi siswa pada kelas eksperimen berada pada level III yang argumentasinya hanya terdiri dari claim (pernyataan) yang akurat sesuai permasalahan, menyertakan dan menganalisis data untuk mendukung claim (bukti yang mendukung claim), dan terdapat alasan / hubungan antara data dan claim (warrant / pembenaran (Dewina *et al.*, 2017). Hal ini dikarenakan claim merupakan pendapat peserta didik yang diperoleh berdasarkan informasi atau pengetahuan yang dimiliki sedangkan backing merupakan dukungan berupa pengalaman atau kebenaran yang dapat dipercaya untuk memperkuat sebuah claim (Setiawan & Fadilah, 2022).

Akan tetapi, siswa pada kelas eksperimen jauh lebih baik dalam hal menampilkan indikator warrant. Warrant merupakan alasan-alasan yang mendukung suatu claim dan sebagai penghubung antara claim dan data. Peningkatan Warrant sangat sulit karena menuntut: penalaran induktif/deduktif, siswa harus mampu menarik kesimpulan logis dari data spesifik dan menghubungkannya dengan prinsip biologi yang relevan, membangun jembatan logika (Setiawan *et al.*, 2022). Wawasan pengetahuan peserta didik yang sedikit akan menyulitkan peserta didik untuk memberikan data atau bukti ilmiah, bahkan pemahaman peserta didik yang minim pada konsep pembelajaran yang disajikan dapat menyulitkan peserta didik dalam memberikan data atau bukti-bukti ilmiah yang mendukung suatu claim (Siska *et al.*, 2020). Kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik penting dikembangkan dalam pembelajaran biologi karena mampu meningkatkan kemampuan berpikir peserta didik (Siska *et al.*, 2020). Kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik dapat ditingkatkan dengan menerapkan proses pembelajaran yang kolaboratif. Pembelajaran yang kolaboratif dapat membantu peserta didik untuk saling bertukar ide pengetahuan. Selain itu, pembelajaran yang kolaboratif juga dapat meningkatkan pemahaman peserta didik untuk membantah suatu ide dengan memberikan bukti disertai dengan penjelasan yang logis sehingga memperkuat argument siswa (Tsai, 2018). Salah satu model pembelajaran yang kolaboratif yaitu model pembelajaran PBL. Secara detail kemampuan setiap indikator argumentasi ilmiah siswa disajikan pada Gambar 4. Sebaran nilai perolehan siswa berdasarkan kategori penilaian (Ridwan, 2007)

### **Kemampuan Argumentasi Ilmiah pada Indikator Klaim**

Rata-rata nilai indikator klaim pada kelas eksperimen sebesar 62,50 dengan nilai terendah 50 dan tertinggi 82. Sementara itu pada kelas kontrol rata-rata nilainya 56,58 dengan nilai terendah 52 dan tertinggi 65. Sebaran nilai perolehan siswa berdasarkan kategori penilaian (Ridwan, 2007) ditunjukkan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Sebaran Nilai Siswa Berdasarkan Kategori Penilaian (a) *Pretest* Kelas Eksperimen, (b) *Posttest* Kelas Eksperimen, (c) *Pretest* Kelas Kontrol, dan (d) *Posttest* Kelas Kontrol.

**Keterangan:** SR= Sangat Rendah, R= Rendah, S= Sedang, T= Tinggi, ST= Sangat Tinggi

#### Kemampuan Argumentasi Ilmiah pada Indikator Data

Pada indikator analisis, di kelas eksperimen memiliki nilai rata-rata 58,08 dengan nilai terendahnya sebesar 45 dan tertinggi 67, sedangkan, di kelas kontrol dengan nilai rata-rata 43,92 dengan nilai terendahnya 35 dan tertinggi 52,5.

#### Kemampuan Argumentasi Ilmiah pada Indikator Warrant

Nilai rata-rata kelas eksperimen sebesar 51 lebih tinggi dari kelas kontrol sebesar 37. Pada indikator warrant di kelas eksperimen memiliki nilai terendah 40 dengan nilai tertinggi 67, sementara itu pada kelas kontrol nilai terendahnya 27,5 dan tertinggi 45.

#### Kemampuan Argumentasi Ilmiah pada Indikator Backing

Indikator terakhir yaitu backing, nilai rata-rata eksperimen sebesar 38,83 dengan nilai terendah 27,5 dan nilai tertinggi 50. Sedangkan, nilai rata-rata kelas kontrol 29,42 dengan nilai terendahnya 17,5 dan tertinggi 35

Hasil penelitian diperoleh bahwa terdapat perbedaan signifikan antara kelas kontrol dan kelas eksperimen dalam peningkatan kemampuan argumentasi ilmiah. Kelas eksperimen memiliki peningkatan yang lebih besar dibandingkan dengan kelas kontrol. Peningkatan nilai pada kelas eksperimen dipengaruhi oleh penerapan model pembelajaran Problem Based Learning yang menekankan pada pembelajaran berbasis masalah.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Dewina *et al.*, 2017), yang juga menemukan bahwa penerapan model pembelajaran PBL dapat meningkatkan kemampuan argumentasi siswa secara signifikan. Hal tersebut terjadi karena model PBL memberikan kesempatan yang lebih luas bagi siswa untuk terlibat aktif dalam proses pembelajaran melalui diskusi kelompok, analisis masalah, dan pengambilan keputusan berdasarkan argumen ilmiah yang rasional. Hal ini dikarenakan dalam proses pembelajaran PBL, siswa didorong untuk

mengembangkan pemikiran kritis, analitis, dan kemampuan kolaborasi dengan teman sebaya, yang secara langsung mendukung pengembangan kemampuan argumentasi ilmiah mereka.

Menurut Kumala et al. (2017), model PBL efektif dalam melatih keterampilan argumentasi siswa karena dalam proses pembelajaran siswa dilatih untuk menyelesaikan permasalahan yang diberikan oleh guru melalui diskusi kelompok. Dalam penelitian ini, siswa dalam kelompok eksperimen juga dihadapkan pada permasalahan konkret terkait ekosistem yang memerlukan pemecahan masalah secara sistematis, sehingga mendorong siswa untuk mengembangkan argumentasi ilmiah yang kuat. Fase-fase dalam model PBL juga menjadi faktor utama yang mendorong peningkatan kemampuan argumentasi siswa. Pada fase orientasi masalah, siswa diberikan masalah yang relevan dengan kehidupan nyata, khususnya terkait dengan ekosistem. Ini sejalan dengan penelitian (Ardianti et al., 2021).

Selain itu, hasil penelitian ini juga menunjukkan adanya peningkatan dalam aspek kualitatif argumentasi siswa, terutama dalam penggunaan komponen-komponen argumentasi menurut model Toulmin, yaitu klaim, data, warrant, dan backing sementara untuk rebuttal tidak disertakan. Dari hasil analisis jawaban siswa, ditemukan bahwa siswa dalam kelas eksperimen mampu menyusun klaim yang lebih jelas dan tegas, serta didukung oleh data yang relevan dengan permasalahan yang diangkat. Siswa juga lebih mampu memberikan pembenaran atau warrant yang logis dan ilmiah terhadap klaim yang mereka ajukan, serta mampu menyediakan backing atau bukti tambahan yang memperkuat argumentasi mereka. Namun demikian, komponen rebuttal atau sanggahan merupakan aspek yang paling sulit dikuasai oleh siswa, baik di kelas eksperimen maupun control

Dari 4 tahapan argumentasi ilmiah siswa yang terdiri dari indikator klaim, data, warrant, backing. Peningkatan paling tinggi terdapat pada indikator klaim dan data dari hasil pretest kelas eksperimen 53 menjadi 62,50, sedangkan indikator data nilai rata-rata pretest 38,58 menjadi 58,08, ketika membangun argumen, mahasiswa sering fokus hanya pada satu bagian dari bukti dan bukan mempertimbangkan seluruh rangkaian (claim, data, warrant, atau backing). Mayoritas siswa masih terbatas pada penyampaian pendapat pribadi tanpa didukung oleh hipotesis, simpulan, elaborasi, atau konsep-konsep yang dapat diaplikasikan secara universal (Rianti et al., 2024). Menurut Wardani et al., (2018), keterampilan argumentasi masih minim dimana siswa menjelaskan alasan terhadap claim yang dibuatnya dengan mengulang kembali pernyataan yang terdapat dalam soal. Sehingga, siswa tidak menyertakan alasan yang tepat untuk mendukung claimnya, tetapi hanya menegaskan claim yang dibuatnya dengan claim yang lain (Rianti et al., 2024).

Untuk indikator yang mengalami peningkatan paling rendah yaitu warrant dan backing. Indikator warrant mendapatkan nilai rata-rata pretest 31,17 menjadi 51,08 sedangkan backing dengan nilai rata-rata pretest 26,58 menjadi 38,83. Rendahnya peningkatan pada indikator warrant dan backing disebabkan karena siswa masih kurang memahami tentang konsep warrant dan backing serta kurangnya pengalaman dalam mengembangkan argumentasi ilmiah. Hal ini sejalan dengan penelitian lain dimana siswa tidak membangun warrant untuk mendukung klaim yang dibuat atau memberikan penjelasan tentang permasalahan yang diberikan (Wardani et al., 2018). Hasnunidah et al. (2015) mengungkapkan bahwa sebagian besar mahasiswa mengalami kesulitan dalam mengembangkan lebih dari satu rebuttal

yang memiliki data, warrant atau backing yang jelas dan memadai untuk menyanggah argumen orang lain.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai penerapan model Problem Based Learning (PBL) dalam meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah siswa kelas X pada pembelajaran Biologi, dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran ini memiliki pengaruh signifikan dalam meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah siswa. Hasil analisis statistik menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0.000 yang lebih kecil dibandingkan nilai alpha ( $\alpha$ ) sebesar 0.05. Dengan demikian, hipotesis alternatif ( $H_a$ ) yang menyatakan adanya pengaruh positif model Problem Based Learning terhadap kemampuan argumentasi ilmiah siswa dapat diterima. Terdapat peningkatan nilai yang lebih besar pada kelas eksperimen yaitu 0,6 (sedang) dibandingkan dengan kelas kontrol sebesar 0,1 (rendah) berdasarkan uji N-Gain. Oleh karena itu, model PBL dapat menjadi salah satu alternatif metode pembelajaran yang efektif untuk meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah siswa.

Dalam analisis indikator argumentasi ilmiah berdasarkan pola Toulmin (Klaim, Data, *Warrant*, *Backing*), kelas eksperimen menunjukkan peningkatan yang lebih unggul pada semua indikator dibandingkan kelas kontrol. Peningkatan paling signifikan terlihat pada indikator Data, sementara siswa juga lebih mampu menyusun argumen yang sistematis, terutama dalam menyajikan alasan pendukung (*Warrant*). Meskipun demikian, indikator *Backing* dan *Warrant* masih menunjukkan peningkatan yang paling rendah dibandingkan dua indikator lainnya, menunjukkan bahwa siswa masih kesulitan dalam memberikan dukungan yang kuat berupa pengalaman atau kebenaran untuk memperkuat klaim, serta membangun jembatan logika antara data dan klaim. Selain itu, penelitian ini memiliki keterbatasan karena intervensi yang singkat (dua kali pertemuan) dan tidak menyertakan pengukuran komponen *Rebuttal* (sanggahan), yang diakui sebagai aspek yang paling sulit dikuasai siswa.

Implikasi dari temuan ini adalah bahwa guru Biologi disarankan untuk menggunakan model PBL sebagai acuan atau pertimbangan untuk mengembangkan keterampilan argumentasi ilmiah siswa. Keefektifan PBL didorong oleh fase-fase modelnya yang mendorong siswa untuk berpikir kritis, analitis, dan berkolaborasi dalam menyelesaikan masalah nyata terkait ekosistem. Oleh karena itu, penting bagi guru untuk memberikan pelatihan yang lebih intensif pada pengembangan *Warrant* dan *Backing* dalam pembelajaran untuk mencapai kualitas argumentasi yang lebih tinggi.

## REKOMENDASI

Berdasarkan hasil penelitian, pertama bagi guru, penelitian ini dapat dijadikan sebagai pertimbangan dan juga evaluasi guru untuk mengukur pengaruh penggunaan model *Problem Based Learning* untuk meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah siswa kelas X di SMA dalam pembelajaran biologi, kedua bagi peserta didik, dapat mengembangkan keterampilan argumentasi dengan mengembangkan kemampuan untuk menganalisis informasi, mengevaluasi argument, dan membuat keputusan berdasarkan bukti ilmiah, ketiga bagi sekolah,

yakni dapat dijadikan sebagai acuan membuat kebijakan (refrensi) terkait perbaikan maupun perubahan dalam sistem pembelajaran yang mendukung penggunaan model PBL di sekolah untuk meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah siswa, keempat bagi peneliti, ini merupakan sarana bagi peneliti dalam belajar dan menambah wawasan. Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan bahan bacaan bagi siapa saja yang membacanya dan dapat dijadikan refrensi untuk penelitian selanjutnya.

## REFERENSI

- Alfiah, M. H., & Bramastia, S. (2024). Peran Literasi Sains dalam Meningkatkan Kompetensi Siswa SMK: Sebuah Tinjauan Literatur The Role of Science Literacy in Enhancing Competencies of Vocational High School Students: A Literature Review. *Proceeding Biology Education Conference*, 21(1), 108–115.
- Anamÿ, K., Bintari, S. H., & Parmin, P. (2023). *Machine Translated by Google Jurnal Pendidikan Sains Inovatif Pengembangan Suplemen Bahan Ajar Berbasis Sosio Isu-isu Ilmiah untuk Meningkatkan Kemampuan Argumentasi Ilmiah Siswa Machine Translated by Google*. 12(37), 32–39.
- Apriyani, N. D., & Alberida, H. (2023). Pengaruh Model Problem Base Learning (PBL) terhadap Keterampilan Argumentasi Peserta Didik pada Pembelajaran Biologi: Literature Review. *BIOCHEPHY: Journal Of Science Education*, 03(1), 40–48.
- Dewina, S., Suganda, O., & Widiantie, R. (2017). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning (Pbl) Terhadap Kemampuan Menganalisis Dan Keterampilan Berargumentasi Siswa Pada Konsep Pencemaran Lingkungan Di Kelas X. *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 9(02), 53. <https://doi.org/10.25134/quagga.v9i02.748>.
- Hasnunidah, N., & Susilo, H. (2015). Improved the Discourse Pattern in Students Argumentation Through the Use Of Scaffolding on Strategy Argument-Driven Inquiry. In *Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS 2015 (SEMBIO)*, 8 Agustus 2015. Universitas Sebelas Maret.
- Hermuttaqien, B. P. F., Aras, L., & Lestari, S. I. (2023). Pengaruh Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Terhadap Kemampuan Argumentasi Siswa Pada Pembelajaran Tematik. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 7(3), 174–182.
- Hidayat, N., Susanto, L. H., Latifah, H., & Muthoharoh, K. (2023). 7786-Article Text-37216-1-10-20230630. 8(1), 14–21.
- Juniar, T., Putri, I., Riris, D., & Rambe, N. (2024). Pengaruh Metode Pembelajaran Course Review Horay (CRH) terhadap Kemampuan Menyimak Siswa Madrasah Ibtidaiyah. *Jurnal Anak Pendidikan Usia Dini*. 5(2), 107–117. <https://doi.org/10.37985/murhum.v5i2.807>.
- Kumala, L. H. (2017). Kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik kelas XI IPA MAN 1 Pati melalui penulisan laporan praktikum asam basa dan larutan penyangga berorientasi science writing heuristic (SWH). Skripsi). Universitas Islam Negeri Walisongo, Semarang.
- Nazidah, F., Kafii, M. S., & Admoko, S. (2022). Analisis Bibliometrik Penelitian Argumentasi Ilmiah dalam Pembelajaran Sains di Era Revolusi Industri 4.0 Society 5.0. *Jurnal Ilmu Pendidikan Dan Pembelajaran*, 1(1), 7–14. <https://doi.org/10.58706/jipp.v1n1.p7-14>.

- Prifes, R., & Okmarisa, H. (2024). The Effect of Problem Based Learning (PBL) Learning Model on Students' Argumentation Ability on Salt Hydrolysis Material. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 12(1), 127–134. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v12i1.10679>.
- Pertiwi, F. A., Luayyin, R. H., & Arifin, M. (2023). Problem Based Learning Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis: Meta Analisis. *JSE: Jurnal Sharia Economica*, 2(1), 42–49. <https://doi.org/10.46773/jse.v2i1.559>.
- Pratiwi, S. N., Cari, C., & Aminah, N. S. (2019). Pembelajaran IPA Abad 21 dengan Literasi Sains Siswa [21st Century Science Learning with Student Science Literacy]. *Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika*, 9(1), 34–42. <https://jurnal.uns.ac.id/jmpf/article/view/31612>.
- Probosari, R. M., Ramli, M., Harlita, H., Indrowati, M., & Sajidan, S. (2016). Profile of Scientific Argumentation Skills for Biology Education FKIP UNS Students in Plant Anatomy Course. *Bioedukasi: Jurnal Pendidikan Biologi*, 8(2), 29.
- Rianti, M., Listiawati, M., Islam, U., Sunan, N., Djati, G., & Model, P. (2024). Kemampuan Argumentasi Ilmiah Menggunakan Model Problem Based Learning dan Discovery Learning pada Materi Sistem Reproduksi. *Seminar Nasional Biologi "Inovasi Penelitian Dan Pembelajaran Biologi VIII (IP2B VIII) 2024 Kemampuan, Ip2b Viii*, 124–133.
- Ridwan. (2007). *Rumus dan Data dalam Aplikasi Statistika*. Alfabeta.
- Safitri, D., Tursinawati, T., & Vitoria, L. (2025). Pengaruh Model Problem Based Learning pada Mata Pelajaran IPAS terhadap Keterampilan Argumentasi Ilmiah di Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 9(1), 12–23. <https://journal.uui.ac.id/ajie/article/view/971>.
- Setiawan, D. agus, & Fadilah, M. (2022). Pengaruh Model Pembelajaran Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Materi Barisan Aritmatika Kelas XI SMA Negeri 1 Berandan Barat. 10(October), 201–207. <https://repository.unismabekasi.ac.id/1388/%0>.
- Septikasari, R. (2018). Keterampilan 4C abad 21 dalam pembelajaran pendidikan dasar. *Tarbiyah Al-Awlad*.
- Syahputra, E. (2024). Pembelajaran Abad 21 Dan Penerapannya di Indonesia. *Journal of Information System and Education Development*, 2(4), 10–13. <https://doi.org/10.62386/jised.v2i4.104>.
- Tsai, C.-Y. (2018). The effect of online argumentation of socio-scientific issues on students' scientific competencies and sustainability attitudes. *Computers & Education*, 116, 14–27. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.09.006>.
- Virgiana. (n.d.). Efektivitas Model Problem Based Learning Berbantuan Media Audio Visual Ditinjau dari Hasil Belajar IPA Siswa Kelas 5 SDN 1 Gadu Sambong-Blora Semester 2 Tahun 2014/2015.
- Wardani, A. D., Yuliati, L., & Taufiq, A. (2018). Kualitas Argumentasi Ilmiah Siswa pada Materi Hukum Newton. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian Dan Pengembangan*, 3(10), 1371. <http://journal.um.ac.id/index.php/jptpp/>.
- Wiwik Kartika Sari dan Ella Izzatin Nada. (2021). NCOINS : National Conference Of Islamic Natural Science ( 2021 ) Analisis Kemampuan Argumentasi Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Kimia pada Pembelajaran Daring. *NCOINS: National Conference Of Islamic Natural Science*, 20, 1–10.

Zahraa, N. S., Fitri, R., & Alberida, H. (2025). Efektivitas Problem Based Learning dalam Meningkatkan Pemahaman Konsep Biologi Tingkat SMA/MA. *ALVEOLI: Jurnal Pendidikan Biologi*, 6(1), 5–11.