

Efektifitas Model Reclif Dan Problem Based Learning Berbantuan Video Terhadap Scientific Argumentation Siswa Pada Materi Klasifikasi Makhluk Hidup

Veronika Milo¹, Handi Darmawan², Mustika Sari³

¹Universitas PGRI Pontianak, miloveronika04@gmail.com

²Universitas PGRI Pontianak, handidarmawan@upgripnk.ac.id

³Universitas PGRI Pontianak, mustikasari@upgripnk.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas model *Real Life, Complex Thinking Skills, and Creating Solutions for Life Situations* (ReCLif) berbantuan video terhadap kemampuan *scientific argumentation* siswa pada materi klasifikasi makhluk hidup. Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode *quasi experiment* dan desain *nonequivalent control group design*. Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas VII SMP Negeri 3 Matan Hilir Utara yang terdiri atas dua kelas dengan jumlah 60 siswa. Sampel ditentukan menggunakan teknik *cluster random sampling*, sehingga diperoleh satu kelas sebagai kelas eksperimen yang diberi perlakuan menggunakan model ReCLif berbantuan video dan satu kelas sebagai kelas kontrol yang menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan video. Instrumen penelitian berupa tes esai *scientific argumentation* yang meliputi indikator *claim*, *evidence*, dan *reasoning*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai *post-test* kelas eksperimen sebesar 58,03 dengan persentase *scientific argumentation* sebesar 57,6% (kategori cukup), sedangkan kelas kontrol memperoleh rata-rata nilai *post-test* sebesar 39,30 dengan persentase sebesar 40% (kategori rendah). Hasil uji Mann-Whitney U menunjukkan nilai Asymp. Sig. (2-tailed) sebesar $0,000 < 0,05$ yang menunjukkan terdapat perbedaan signifikan antara kedua kelompok. Hasil perhitungan *effect size* sebesar 0,971 termasuk kategori besar. Dengan demikian, model ReCLif berbantuan video lebih efektif dibandingkan model PBL berbantuan video dalam meningkatkan kemampuan *scientific argumentation* siswa pada materi klasifikasi makhluk hidup.

Kata Kunci: *Scientific Argumentation, ReCLif, Problem Based Learning, Video Pembelajaran, Klasifikasi Makhluk Hidup.*

Abstract

This study aimed to determine the effectiveness of the Real Life, Complex Thinking Skills, and Creating Solutions for Life Situations (ReCLif) model assisted by video on students' scientific argumentation skills in the classification of living things topic. The study employed a quantitative approach using a quasi-experimental method with a nonequivalent control group design. The population consisted of all seventh-grade students of SMP Negeri 3 Matan Hilir Utara, totaling 60 students. Samples were selected using cluster random sampling, resulting in one experimental class taught using the ReCLif model assisted by video and one control class taught using Problem Based Learning (PBL) assisted by video. The research instrument was an essay test measuring scientific argumentation skills, including claim, evidence, and reasoning indicators. The results showed that the experimental class achieved a post-test mean score of 58.03 with a scientific argumentation percentage of 57.6% (moderate category), while the control class achieved a post-test mean score of 39.30 with a percentage of 40% (low category). The Mann-Whitney test yielded an Asymp. Sig. (2-tailed) value of $0.000 < 0.05$, indicating a significant difference between the two groups. The effect size value was 0.971, which falls into the large category. Therefore, the ReCLif model assisted by video was more effective than the PBL model assisted by video in improving students' scientific argumentation skills on the classification of living things topic.

Keywords: *Scientific Argumentation, ReCLif, Problem-Based Learning, Instructional Video, Classification of Living Things.*

Corresponding Author:

Veronika Milo

Universitas PGRI Pontianak , miloveronika04@gmail.com

PENDAHULUAN

Pembelajaran IPA pada abad ke-21 tidak hanya berorientasi pada penguasaan konsep, tetapi juga pada pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi yang memungkinkan siswa memahami, mengevaluasi, dan mengomunikasikan informasi ilmiah secara rasional. Salah satu keterampilan yang penting untuk dikembangkan adalah *scientific argumentation*. *Scientific argumentation* merupakan kemampuan menyusun klaim (*claim*), menyajikan bukti (*evidence*), dan menghubungkan bukti dengan penalaran (*reasoning*) yang logis dalam menjelaskan suatu fenomena ilmiah (Erduran, 2023). Kemampuan ini berperan penting dalam membantu siswa membangun pemahaman konseptual yang lebih mendalam, mengembangkan kemampuan berpikir kritis, serta mengambil keputusan berdasarkan bukti ilmiah yang dapat dipertanggungjawabkan (Osborne & Pimentel, 2023).

Namun demikian, berbagai penelitian menunjukkan bahwa keterampilan *scientific argumentation* siswa masih tergolong rendah. Hal ini ditunjukkan oleh hasil penelitian yang menyatakan bahwa sebagian besar siswa hanya mencapai level 2 dalam argumentasi tertulis dan argumentasi lisan sehingga kemampuan siswa dalam menyusun *claim*, *evidence*, dan *reasoning* masih perlu dikembangkan (Hasmaningsih et al., 2022). Sejalan dengan temuan tersebut, penelitian lain menunjukkan bahwa kemampuan *scientific argumentation* siswa masih belum optimal karena siswa mengalami kesulitan dalam menyusun argumen, *counterargument*, serta memberikan *evidence* yang relevan (Sari et al., 2023). Temuan serupa juga dilaporkan oleh (Ritonga & Simatupang, 2025) yang menunjukkan bahwa kemampuan argumentasi ilmiah peserta didik masih perlu ditingkatkan melalui pembelajaran yang melibatkan aktivitas penyelidikan dan pemecahan masalah secara aktif.

Rendahnya kemampuan *scientific argumentation* siswa juga ditemukan di SMP Negeri 3 Matan Hilir Utara. Hasil angket yang diberikan kepada 28 siswa kelas VII menunjukkan bahwa persentase kemampuan pada indikator *claim* sebesar 54%, *evidence* sebesar 53%, dan *reasoning* sebesar 35%. Persentase terendah pada indikator *reasoning* menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam menghubungkan bukti dengan klaim yang diajukan. Hasil wawancara dengan guru IPA menunjukkan bahwa pembelajaran yang dilaksanakan masih menghadapi kendala dalam mendorong siswa menyusun argumentasi ilmiah secara lengkap, terutama pada materi klasifikasi makhluk hidup yang memiliki cakupan konsep yang luas dan kompleks. Kondisi tersebut menyebabkan siswa cenderung menghafal konsep tanpa mampu menjelaskan alasan ilmiah yang mendasari pengelompokan makhluk hidup. Salah satu faktor yang memengaruhi rendahnya kemampuan *scientific argumentation* adalah pembelajaran yang masih berpusat pada guru (*teacher-centered*), sehingga siswa memiliki kesempatan yang terbatas untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis dan argumentatif (Knight-Bardsley & McNeill, 2016). Oleh karena itu, diperlukan model pembelajaran yang mampu melibatkan siswa secara aktif dalam proses penyelidikan, pemecahan masalah, dan penyusunan argumen ilmiah.

Salah satu model yang dapat digunakan adalah model ReCLif (*Exploring Real Life, Using Complex Thinking Skills, and Creating Solutions for Life Situations*). Model ReCLif dirancang untuk menghubungkan pembelajaran dengan permasalahan nyata, melatih keterampilan berpikir kompleks, serta mendorong siswa menghasilkan solusi terhadap permasalahan yang dihadapi (Darmawan, 2024). Melalui tahapan pembelajarannya, siswa dilatih untuk mengidentifikasi masalah, mengumpulkan informasi, menganalisis data, dan mengemukakan solusi yang didukung oleh bukti dan penalaran ilmiah. Selain ReCLif, model *Problem Based Learning* (PBL) merupakan pembelajaran yang berpusat pada siswa dengan memanfaatkan permasalahan nyata sebagai konteks belajar. Dalam penerapannya, siswa dibimbing untuk melakukan penyelidikan secara mandiri maupun kelompok, menyajikan hasil, serta mengevaluasi proses pemecahan masalah (Saiful, 2022). Penelitian (Tambunan et al., 2024) menunjukkan bahwa penerapan PBL dalam pembelajaran biologi mampu meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses penyelidikan dan pemecahan masalah sehingga dapat mendukung pengembangan kemampuan berpikir kritis dan pemahaman konsep. Oleh karena itu, PBL dipandang sebagai salah satu model pembelajaran yang berpotensi mendukung pengembangan *scientific argumentation* siswa. Penelitian (Muspiroh et al., 2024) menunjukkan bahwa PBL mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan argumentatif siswa karena mendorong mereka untuk menyusun klaim berdasarkan bukti yang diperoleh selama proses penyelidikan. Dengan demikian, baik model ReCLif maupun PBL memiliki potensi untuk mendukung pengembangan kemampuan *scientific argumentation* siswa.

Penerapan kedua model tersebut dapat didukung dengan penggunaan media video pembelajaran. Materi klasifikasi makhluk hidup memiliki karakteristik yang abstrak dan kompleks karena mengharuskan siswa memahami berbagai karakteristik organisme, tingkatan takson, dan dasar pengelompokannya. Oleh sebab itu, penggunaan media pembelajaran seperti video dapat membantu siswa memperoleh representasi visual yang lebih konkret terhadap konsep yang dipelajari. Melalui video, siswa dapat mengamati berbagai karakteristik makhluk hidup yang menjadi dasar dalam penyusunan *claim* dan pengumpulan *evidence*. Temuan ini didukung oleh penelitian (Ummah & Subiantoro, 2024) yang menunjukkan bahwa penggunaan media pembelajaran yang menyediakan informasi dan bukti yang relevan dapat membantu peserta didik dalam membangun argumentasi ilmiah yang lebih baik. Sejalan dengan itu (Clark & Mayer, 2023) menyatakan bahwa penggunaan media visual dapat membantu siswa mengorganisasi informasi yang kompleks menjadi lebih mudah dipahami. Selain itu, (Hermawan et al., 2024) mengemukakan bahwa media pembelajaran yang kaya akan informasi visual dapat membantu siswa menghubungkan bukti dengan penalaran ilmiah yang tepat dalam menyusun argumen. Dengan demikian, integrasi model pembelajaran dengan media video berpotensi mendukung peningkatan kemampuan *scientific argumentation* siswa.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode *quasi eksperimen*. Desain penelitian yang digunakan adalah *nonequivalent control group design* yang melibatkan dua kelompok, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Kelas eksperimen diberikan perlakuan menggunakan model pembelajaran ReCLif berbantuan video, sedangkan kelas kontrol diberikan perlakuan menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan video. Kedua kelas diberikan *pre-test* sebelum perlakuan dan *post-test* setelah perlakuan untuk mengukur kemampuan *scientific argumentation* siswa.

Populasi penelitian adalah seluruh siswa kelas VII SMP Negeri 3 Matan Hilir Utara yang terdiri atas dua kelas, yaitu VII A dan VII B dengan jumlah 60 siswa. Sampel penelitian ditentukan menggunakan teknik *cluster random sampling*. Berdasarkan hasil

pengundian, satu kelas ditetapkan sebagai kelas eksperimen yang memperoleh pembelajaran menggunakan model ReCLif berbantuan video dan satu kelas lainnya sebagai kelas kontrol yang memperoleh pembelajaran menggunakan model PBL berbantuan video.

Instrumen penelitian berupa tes esai kemampuan *scientific argumentation* yang diberikan pada saat *pre-test* dan *post-test*. Indikator yang diukur meliputi *claim*, *evidence*, dan *reasoning*. Selain itu, wawancara dengan guru IPA dilakukan untuk memperoleh informasi awal mengenai kondisi pembelajaran dan kemampuan argumentasi ilmiah siswa. Sebelum digunakan, instrumen tes telah melalui uji validitas isi oleh dua dosen dan satu guru IPA, serta uji validitas empiris, daya pembeda, indeks kesukaran, dan reliabilitas. Hasil uji menunjukkan bahwa seluruh butir soal dinyatakan valid dan reliabel sehingga layak digunakan dalam penelitian.

Prosedur penelitian meliputi tahap persiapan, pelaksanaan, dan akhir. Pada tahap persiapan dilakukan penyusunan perangkat pembelajaran dan validasi instrumen. Tahap pelaksanaan diawali dengan pemberian *pre-test*, dilanjutkan dengan penerapan model ReCLif berbantuan video pada kelas eksperimen dan model PBL berbantuan video pada kelas kontrol, kemudian diakhiri dengan pemberian *post-test*. Pada tahap akhir dilakukan pengolahan dan analisis data penelitian.

Analisis data dilakukan secara deskriptif dan inferensial. Analisis deskriptif digunakan untuk mengetahui profil kemampuan *scientific argumentation* siswa pada indikator *claim*, *evidence*, dan *reasoning* melalui perhitungan persentase ketercapaian indikator serta rata-rata nilai *pre-test* dan *post-test*. Analisis inferensial diawali dengan uji normalitas menggunakan Kolmogorov-Smirnov dan uji homogenitas menggunakan *Levene Test*. Jika data berdistribusi normal dan homogen, pengujian hipotesis dilakukan menggunakan *Independent Sample t-Test* pada taraf signifikansi 0,05. Apabila data tidak memenuhi asumsi normalitas dan homogenitas, digunakan uji nonparametrik *Mann-Whitney U*. Tingkat efektivitas model pembelajaran ReCLif terhadap kemampuan *scientific argumentation* siswa dianalisis menggunakan *Effect Size Cohen's* dengan kriteria kecil (0,2), sedang (0,5), dan besar ($\geq 0,8$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini melibatkan 60 siswa kelas VII SMP Negeri 3 Matan Hilir Utara yang terdiri atas 30 siswa pada kelas eksperimen dan 30 siswa pada kelas kontrol. Data kemampuan *scientific argumentation* siswa diperoleh melalui tes *pre-test* dan *post-test* yang diberikan sebelum dan sesudah perlakuan. Hasil analisis rata-rata nilai *pre-test* dan *post-test* dan persentase *scientific argumentation* pada kedua kelas disajikan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1 Rata-rata Pre-test Post-test

No	Kelas	Pre-test	Post-test
1.	ReCLif - Eksperimen	23,70	58,03
2.	PBL- Kontrol	17,10	39,30

Tabel 2 Persentase Scientific Argumentation

No	Kelas	Pre-test	Post-test	Kategori
1.	ReCLif	24,3%	57,6%	Cukup
2.	PBL	18%	40%	Rendah

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan awal *scientific argumentation* siswa pada kedua kelas masih tergolong rendah. Rata-rata nilai *pre-test* kelas eksperimen

sebesar 23,70 dengan persentase ketercapaian indikator sebesar 24,3%, sedangkan kelas kontrol memperoleh rata-rata nilai 17,10 dengan persentase sebesar 18%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa siswa belum terbiasa menyusun argumen ilmiah yang memuat *claim*, *evidence*, dan *reasoning* secara lengkap.

Setelah diberikan perlakuan, kemampuan *scientific argumentation* siswa mengalami peningkatan pada kedua kelas. Kelas eksperimen yang menggunakan model ReCLif berbantuan video memperoleh rata-rata nilai *post-test* sebesar 58,03 dengan persentase ketercapaian indikator sebesar 57,6% (kategori cukup), sedangkan kelas kontrol yang menggunakan model *Problem Based Learning (PBL)* berbantuan video memperoleh rata-rata nilai *post-test* sebesar 39,30 dengan persentase sebesar 40% (kategori rendah). Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan *scientific argumentation* pada kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol. Rendahnya kemampuan awal siswa diduga karena siswa belum terbiasa mengembangkan argumen berdasarkan bukti ilmiah. Siswa cenderung memberikan jawaban dalam bentuk *claim* tanpa didukung *evidence* dan *reasoning* yang memadai. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Nurtamara & Widyastuti, 2023) yang menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam menyusun struktur argumentasi ilmiah secara lengkap sehingga kemampuan argumentasi yang dimiliki masih tergolong rendah.

Peningkatan kemampuan *scientific argumentation* yang lebih tinggi pada kelas eksperimen tidak terlepas dari karakteristik model ReCLif yang terdiri atas sintaks *exploring real life*, *using complex thinking skills*, dan *creating solutions for life situations*. Pada tahap *exploring real life*, siswa dihadapkan pada permasalahan kontekstual yang mendorong mereka untuk mengemukakan *claim* berdasarkan pengalaman dan pengetahuan awal yang dimiliki. Tahap ini membantu siswa membangun pemahaman awal terhadap masalah yang dipelajari.

Pada tahap *using complex thinking skills*, siswa melakukan analisis informasi dan pengumpulan data untuk mendukung argumen yang diajukan. Aktivitas tersebut berkontribusi terhadap perkembangan kemampuan *evidence* dan *reasoning* karena siswa dituntut untuk memberikan alasan ilmiah yang mendukung jawaban mereka. Selanjutnya, pada tahap *creating solutions for life situations*, siswa menyusun solusi berdasarkan hasil analisis dan menghubungkan antara *claim* dan *evidence* secara logis. Tahapan tersebut memungkinkan siswa mengembangkan kemampuan argumentasi ilmiah secara lebih sistematis. Berdasarkan indikator *scientific argumentation*, persentase kemampuan siswa pada kelas eksperimen menunjukkan bahwa indikator *claim* memperoleh nilai tertinggi sebesar 62%, diikuti indikator *reasoning* sebesar 57%, dan indikator *evidence* sebesar 54%. Hasil ini menunjukkan bahwa siswa relatif lebih mudah mengemukakan pendapat dibandingkan menyajikan bukti dan menghubungkannya dengan penalaran ilmiah. Temuan ini sejalan dengan (Darmawan, 2024) yang menyatakan bahwa model ReCLif mampu melatih keterampilan berpikir kompleks melalui kegiatan eksplorasi, analisis, dan penyusunan solusi secara terintegrasi.

Pada kelas kontrol yang menggunakan model *PBL*, kemampuan *scientific argumentation* siswa juga mengalami peningkatan, meskipun tidak sebesar kelas eksperimen. Persentase kemampuan *claim*, *evidence*, dan *reasoning* masing-masing sebesar 40%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa siswa masih mengalami kesulitan dalam mengembangkan struktur argumentasi ilmiah secara mendalam. Dalam implementasinya, *PBL* lebih menekankan proses pemecahan masalah sehingga pengembangan struktur argumentasi ilmiah belum menjadi fokus utama pembelajaran. Temuan ini sejalan dengan (Meilasari et al., 2020) yang menyatakan bahwa *PBL* efektif meningkatkan kemampuan analisis dan pemecahan masalah, tetapi belum secara spesifik melatih kemampuan argumentasi ilmiah siswa.

Tabel 3 Hasil Uji Hipotesis dan Efect Size

Analisis	Nilai
Asymp. Sig. (2 tailed)	0,000
Effect Size	0,971
Kategori	Besar

Hasil uji Mann-Whitney menunjukkan nilai Asymp. Sig. (2-tailed) sebesar 0,000 ($< 0,05$). Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara kemampuan *scientific argumentation* siswa yang belajar menggunakan model ReCLif berbantuan video dan siswa yang belajar menggunakan model *PBL* berbantuan video. Perbedaan ini menunjukkan bahwa model ReCLif lebih efektif dalam mengembangkan kemampuan *claim*, *evidence*, dan *reasoning* melalui tahapan pembelajaran yang terstruktur.

Efektivitas model ReCLif diperkuat oleh hasil perhitungan *effect size* sebesar 0,971 yang termasuk kategori besar. Nilai tersebut menunjukkan bahwa penerapan model ReCLif memberikan pengaruh yang kuat terhadap peningkatan kemampuan *scientific argumentation* siswa. Temuan ini sejalan dengan (Utami et al., 2022) yang menyatakan bahwa pembelajaran yang memfasilitasi konstruksi argumentasi secara aktif mampu meningkatkan kemampuan argumentasi ilmiah siswa secara signifikan. Dengan demikian, model ReCLif berbantuan video lebih efektif dibandingkan model *PBL* berbantuan video dalam meningkatkan kemampuan *scientific argumentation* siswa pada materi klasifikasi makhluk hidup.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, kemampuan *scientific argumentation* siswa yang belajar menggunakan model ReCLif berbantuan video mengalami peningkatan yang lebih tinggi dibandingkan siswa yang belajar menggunakan model *Problem Based Learning* (PBL) berbantuan video. Rata-rata nilai *post-test* kelas eksperimen sebesar 58,03 dengan persentase *scientific argumentation* sebesar 57,6% (kategori cukup), sedangkan kelas kontrol memperoleh rata-rata nilai 39,30 dengan persentase sebesar 40% (kategori rendah). Hasil uji Mann-Whitney U menunjukkan nilai Asymp. Sig. (2-tailed) sebesar $0,000 < 0,05$ yang menunjukkan adanya perbedaan signifikan antara kedua model pembelajaran. Selain itu, nilai *effect size* sebesar 0,971 termasuk kategori besar, sehingga model ReCLif berbantuan video dinyatakan lebih efektif dalam meningkatkan kemampuan *scientific argumentation* siswa pada materi klasifikasi makhluk hidup.

DAFTAR PUSTAKA

- Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2023). *e-Learning and the science of instruction: Proven guidelines for consumers and designers of multimedia learning* (5th ed.). John Wiley & Sons.
- Darmawan, H. (2024). *Pengembangan model pembelajaran ReCLif untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis, berpikir kreatif, pengambilan keputusan sosiosaintifik, dan hasil belajar kognitif siswa kelas X Sekolah Menengah Atas Kota Pontianak*. Universitas Negeri Malang.
- Erduran, S. (2023). AI is transforming how science is done. Science education must reflect this change. *Science*, 382(6677). <https://doi.org/10.1126/science.adm9788>
- Hasmaningsih, L., Karnan, K., & Handayani, B. S. (2022). Level of scientific argumentation ability of students in biology learning. *Jurnal Pijar Mipa*, 17(6), 717–722. <https://doi.org/10.29303/jpm.v17i6.4242>
- Hermawan, T., Khairiani, D., Muthmainnah, M., Saifullah, I., & Bisri, H. (2024). Pengaruh Penggunaan Media Pembelajaran Powerpoint Interaktif Terhadap Minat Belajar

- Matematika Siswa Kelas VII Madrasah Tsanawiyah. *Asas Wa Tandhim: Jurnal Hukum, Pendidikan Dan Sosial Keagamaan*, 3(2), 87–98. <https://doi.org/10.47200/awtjhpsa.v3i2.2173>
- Knight-Bardsley, A., & McNeill, K. L. (2016). Teachers' Pedagogical Design Capacity for Scientific Argumentation. *Science Education*, 100(4), 645–672. <https://doi.org/10.1002/sce.21222>
- Meilasari, S., Damris M, D. M., & Yelianti, U. (2020). Kajian Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) dalam Pembelajaran di Sekolah. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains*, 3(2), 195–207. <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v3i2.1849>
- Muspiroh, N., Shofiyah, S., Nada, S., & Kusmawan, U. (2024). Enhancing Students' Scientific Argumentation Skills through STEM-Based Problem Based Learning. *International Journal of Research in STEM Education*, 6(1), 85–96. <https://doi.org/10.33830/ijrse.v6i1.1691>
- Nurtamara, L., & Widyastuti, D. (2023). Biosfer : Jurnal Pendidikan Biologi. *Improving Evidence-Based Argumentation on Socioscientific Issues through Problem-Based Learning in Science Students*, 16(2), 439–446.
- Osborne, J., & Pimentel, D. (2023). Science education in an age of misinformation. *Science Education*, 107(3), 553–571. <https://doi.org/10.1002/sce.21790>
- Ritonga, I., & Simatupang, H. (2025). Pengaruh Model Problem Based Learning terhadap Kemampuan Argumentasi Ilmiah Peserta Didik pada Materi Ekosistem di Kelas X SMAN 2 Medan (*The Effect of Problem Based Learning Model on Students ' Scientific Argumentation Ability on Ecosystem Material in Class X SMAN 2 Medan*). 11, 119–125.
- Saiful. (2022). *PENERAPAN MODEL PEMBELAJARAN PROBLEM BASED LEARNING UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA Universitas Negeri Surabaya , Jawa Timur Indonesia Email : saiful.18078@mhs.unesa.ac.id Edusaintek : Jurnal Pendidikan , Sains dan Teknologi Vol . 9 (2 . 9(2), 390–403.*
- Sari, I. J., Sa'ban, A., Allisa, S. N., Rahayu, F., & Promkaew, S. (2023). Scientific Argumentation Profile of Senior High School Students. *Jurnal Pendidikan Indonesia Gemilang*, 3(1), 8–14. <https://doi.org/10.53889/jpig.v3i1.151>
- Tambunan, E., Sitepu, S. C. br, Witin, T. A., & Arwita, W. (2024). Analisis Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Pada Pelajaran Biologi Materi Sistem Ekskresi Kelas X SMA Negeri 4 Binjai. *Biodik*, 10(2), 172–180. <https://doi.org/10.22437/biodik.v10i2.33934>
- Ummah, A. A. N., & Subianto, A. W. (2024). Efektivitas Website Pembelajaran Biologi Berbasis Socio-Scienific Issues (SSI) terhadap Keterampilan Argumentasi Peserta Didik: (The Effectiveness of Socio-Scientific Issues (SSI) Based Biology Learning Website toward Students. *Argumentation Skill*). *BIODIK*, 10(3), 347–357.
- Utami, P. Q., Sumari, S., & Dasna, I. W. (2022). Penerapan Model Pembelajaran Argument Driven Inquiry terhadap Kemampuan Argumentasi Ilmiah. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 7(4), 122–129. <https://doi.org/10.17977/2502-471X.2466>