

PENGARUH MODEL *PROBLEM BASED LEARNING* TERINTEGRASI *GREEN CHEMISTRY* TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA KELAS XI MIPA SMA NEGERI 2 NARMADA

Siti Sundari^{1*}, Yunita Arian Sani Anwar², Muntari³

^{1 2 3} Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Mataram. Jalan Majapahit No. 62
Mataram, NTB 83112, Indonesia.

* Coressponding Author. E-mail: yunita@unram.ac.id

Received: 31 Januari 2026

Accepted: 31 Mei 2026
doi: 10.29303/cep.v9i1.11527

Published: 31 Mei 2026

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penerapan model *problem-based learning* terintegrasi *green chemistry* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa kelas XI MIPA SMA Negeri 2 Narmada. Metode penelitian yang digunakan adalah *quasi eksperimen* dengan desain *non-equivalent pretest-posttest control group design*. Populasi penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI MIPA SMA Negeri 2 Narmada yang berjumlah 3 kelas. Teknik pengambilan sampel menggunakan teknik *random sampling*, diperoleh siswa kelas XI MIPA 3 sebagai kelas eksperimen dan siswa kelas XI MIPA 1 sebagai kelas kontrol. Instrumen penelitian berupa tes kemampuan berpikir kritis berdasarkan indikator berpikir kritis menurut Ennis. Analisis data menggunakan perhitungan N-gain, diperoleh rata-rata nilai N-gain kelas eksperimen sebesar 0,587 dengan kategori sedang dan kelas kontrol sebesar 0,382 dengan kategori sedang. Hipotesis diuji menggunakan uji t, diperoleh nilai $t_{hitung} = 3,416$ dan $t_{tabel} = 1,681$ pada taraf signifikansi 5% sehingga $t_{hitung} > t_{tabel}$. Dengan demikian H_a diterima, artinya terdapat pengaruh positif dari penerapan model *problem-based learning* (PBL) terintegrasi *green chemistry* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa.

Kata Kunci: *green chemistry, kemampuan berpikir kritis, problem based learning*

THE EFFECT OF THE PROBLEM-BASED LEARNING MODEL INTEGRATED WITH GREEN CHEMISTRY ON THE CRITICAL THINKING SKILLS OF GRADE XI MIPA STUDENTS AT SMA NEGERI 2 NARMADA

Abstract

This study aims to determine the effect of implementing of the problem-based learning model integrated with green chemistry on the critical thinking skills of grade XI MIPA students of SMA Negeri 2 Narmada. The research method used was a quasi-experimental design with a non-equivalent pretest posttest control group design. The population of this study was all grade XI MIPA students of SMA Negeri 2 Narmada, totaling 3 classes. The sampling technique used a random sampling technique, obtained Class XI MIPA 3 students as the experimental class and Class XI MIPA 1 students as the control class. The research instrument was a critical thinking ability test based on critical thinking indicators according to Ennis. Data analysis used the N-gain calculation, obtained a average N-gain value of the experimental class of 0.587 with a medium category and the control class of 0.382 with a medium category. The hypothesis was tested using the t-test, obtained the value of t count = 3.416 and t table = 1.681 at a significance level of 5% so that t count > t table. Thus, H_a was accepted, meaning that there was a positive influence from the application of the integrated green chemistry problem based learning (PBL) model on students' critical thinking abilities.

Keywords: *green chemistry, critical thinking skills, problem based learning*

PENDAHULUAN

Berpikir kritis merupakan kemampuan berpikir tingkat tinggi dan telah diketahui berperan penting dalam perkembangan moral, perkembangan sosial, perkembangan mental, perkembangan kognitif dan perkembangan sains (Gresinta *et al*, 2023). Hal ini melibatkan proses kognitif dan mengajak siswa untuk berpikir sesuai dengan kemampuannya atau berpikir reflektif terhadap permasalahan (Juliyantika & Batubara, 2022). Kemampuan ini juga menjadi salah satu keterampilan yang harus dimiliki oleh siswa abad 21 (Mahrunnisa, 2023), karena dapat digunakan dalam memecahkan permasalahan dan digunakan untuk menghadapi tantangan kehidupan saat ini (Ariadila *et al*, 2023; Wulandari, 2019; Darwati & Purana, 2021).

Pembelajaran kimia memiliki hubungan yang erat dengan kemampuan berpikir kritis karena siswa dituntut untuk mengenal dan memecahkan masalah, menginferensi, menganalisis, menyimpulkan dan mengevaluasi (Pratama *et al*, 2017). Hal ini sejalan dengan yang dijelaskan oleh Kusumaningtyas *et al* (2020) di mana dengan memiliki kemampuan berpikir kritis membuat siswa tidak akan mudah percaya tanpa adanya dukungan hasil observasi empiris dan memudahkan siswa memahami konsep-konsep kimia dan penerapannya untuk menyelesaikan masalah. Kemampuan berpikir kritis sangat diperlukan dalam memecahkan masalah dalam kimia berupa teori, konsep, hukum, dan fakta. Pelajaran kimia tidak hanya mengembangkan pengetahuan, pemahaman, dan keterampilan analitis, tetapi juga perlu mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa (Anandita *et al*, 2024). Namun, rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa di Indonesia merupakan salah satu isu yang mengawatirkan. Hasil penelitian PISA 2022 menunjukkan bahwa Indonesia memiliki skor matematika 366, membaca 359, dan sains 383 (OECD, 2024). Hasil penelitian terdahulu juga menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi kimia masuk dalam kategori rendah (Setianingsih *et al*, 2022; Khoirunnisa & Sabekti, 2020).

Rendahnya kemampuan berpikir kritis yang dimiliki siswa bisa saja disebabkan oleh proses pembelajaran yang kurang efektif dalam mengembangkan minat, bakat serta potensi yang ada di dalam diri setiap peserta didik (Anisa *et al*, 2021). Berdasarkan hasil observasi di SMAN 2

Narmada terdapat beberapa permasalahan yang ditemukan pada saat pembelajaran kimia. Model pembelajaran yang digunakan masih umum yaitu menggunakan model konvensional seperti ceramah, tanya jawab, dan latihan. Hasil wawancara dengan seorang guru kimia di SMA Negeri 2 Narmada juga menjelaskan bahwa pada saat proses pembelajaran siswa masih kurang terlibat aktif dalam pembelajaran. Sejalan dengan hasil penelitian terdahulu, pembelajaran yang berpusat pada guru (*teacher-centered*) menyebabkan kemampuan berpikir kritis siswa rendah (Kasmiati *et al*, 2020). Data hasil angket yang disebar kepada siswa kelas XI MIPA juga menunjukkan bahwa sebagian siswa masih memiliki tingkat kemampuan berpikir kritis yang rendah. Oleh karena itu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa adalah dengan cara menerapkan pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student-centered*).

Salah satu model pembelajaran yang berpusat pada siswa dan bisa diterapkan dalam proses pembelajaran adalah model *problem based learning* (PBL) (Muntari *et al*, 2025, Saputri & Suprihatiningrum, 2023; Anggriani & Atmojo, 2022). Hal ini karena pada model PBL siswa dituntut untuk aktif belajar secara mandiri dan memecahkan masalah tentang apa yang dipelajari melalui tahapan-tahapan tertentu (Fauzannur, 2018). Salah satu kelebihan PBL adalah dapat memberikan peluang bagi peserta didik untuk mempelajari atau menyelidiki peristiwa multidimensi dengan perspektif yang lebih dalam sehingga mendorong keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah peserta didik (Zainal, 2022). Berdasarkan hasil penelitian, penerapan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) dalam proses pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada koloid (Nafsia *et al*, 2024). Hal ini sejalan dengan pendapat Saputri dan Suprihatiningrum (2023) yang menyatakan bahwa dalam pembelajaran dengan menggunakan PBL siswa dihadapkan dengan masalah dan dituntut dalam penyelesaian masalah, mencari informasi, mengolah data, mengambil keputusan dan membuat kesimpulan sehingga kemampuan berpikir kritis siswa akan semakin meningkat.

Model PBL juga dapat didukung dengan menggunakan pendekatan *green chemistry* (Suryati *et al*, 2021). Penerapan model *problem based learning* (PBL) berbasis karakter *green*

chemistry skill terbukti dapat memberikan pengaruh yang tinggi terhadap tingkat berpikir siswa (Saputri & Suprihatiningrum, 2023). Hasil penelitian Muntari *et al* (2025) juga menunjukkan bahwa penerapan PBL berbasis *Green Chemistry* secara signifikan meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan pemahaman konseptual kimia siswa. Hasil penelitian lainnya menunjukkan bahwa penerapan model pembelajaran *predict observe explain* (POE) berbasis *green chemistry* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa (Cahyati, 2019). Selain itu, hasil penelitian yang dilakukan oleh Risna *et al* (2019) dan Suryati *et al* (2021) menyatakan bahwa penerapan model inkuiri terbimbing berorientasi *green chemistry* dan modul PBL berorientasi *green chemistry* dapat meningkatkan hasil belajar dan literasi sains siswa. Hal ini sejalan dengan pendapat Al-Idrus *et al* (2020) yang menyatakan bahwa pendekatan *green chemistry* dapat membantu siswa untuk menghasilkan ide yang kreatif sehingga dapat menyelesaikan masalah dengan caranya sendiri. Hasil identifikasi dan analisis yang dilakukan oleh Zulfa *et al* (2023) menunjukkan tren penelitian tentang pengembangan kerangka pembelajaran berbasis proyek yang terintegrasi dengan pendekatan *green chemistry* yang diindeks oleh *Google Scholar* dari tahun 2015 hingga 2023 telah meningkat secara dramatis dari tahun ke tahun.

Berdasarkan uraian di atas, maka fokus penelitian ini adalah untuk meneliti tentang Pengaruh Model *Problem Based Learning* Terintegrasi *Green Chemistry* terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI MIPA SMA Negeri 2 Narmada.

METODE

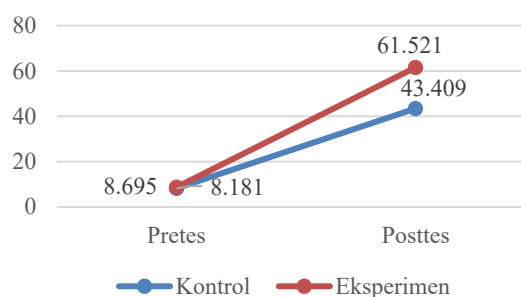
Penelitian yang dilakukan berupa penelitian eksperimen jenis *quasi eksperiment* dengan tipe *non equivalent control group design*, yaitu desain yang terdiri dari dua kelompok yakni kelompok eksperimen dan kontrol. Kelas eksperimen diberikan perlakuan model *problem-based learning* (PBL) terintegrasi *green chemistry* sedangkan pada kelas kontrol dengan model pembelajaran konvensional. Lokasi penelitian di SMA Negeri 2 Narmada. Subyek penelitian kelas XI MIPA tahun ajaran 2025/2026. Kemampuan berpikir kritis siswa diukur dengan menggunakan tes tertulis yang diberikan kepada siswa kelas eksperimen dan kontrol sebelum dan sesudah pembelajaran. Tes yang digunakan yaitu berupa tes essay yang

disusun berdasarkan indikator berpikir kritis menurut Ennis.

Analisis data menggunakan uji N-gain untuk melihat besarnya peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa setelah adanya perlakuan. Sementara untuk melihat adanya pengaruh positif model PBL terintegrasi *green chemistry* menggunakan uji *Independent Sample T Test*. Sebelum data dianalisis dengan uji *Independent Sample T Test*, dilakukan uji prasyarat yaitu uji normalitas dan uji homogenitas. Uji normalitas menggunakan uji Liliefors dan uji homogenitas menggunakan uji F.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis data kemampuan berpikir kritis siswa diperoleh melalui tes kemampuan berpikir kritis sebelum dan sesudah perlakuan. Nilai rata-rata kemampuan berpikir kritis kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat pada Gambar 1 di bawah ini:



Gambar 1. Rata-Rata Nilai Pretes dan Posttes kelas Eksperimen dan Kontrol

Berdasarkan Gambar 1 di atas menunjukkan nilai rata-rata pretes untuk kelas eksperimen dan kelas kontrol masing-masing sebesar 8,695 dan 8,181. Hasil tersebut menunjukkan bahwa pengetahuan awal siswa kelas eksperimen dan kontrol relatif sama pada materi kesetimbangan kimia. Setelah diberi perlakuan penerapan pembelajaran model PBL terintegrasi *green chemistry* pada kelas eksperimen didapatkan nilai rata-rata sebesar 61,521 sedangkan pada kelas kontrol dengan model konvensional didapatkan nilai rata-rata sebesar 43,409. Jika dilihat dari peningkatan nilai rata-rata, kelas eksperimen meningkat sebesar 52,826 poin sedangkan pada kelas kontrol sebesar 35,228. Data ini menunjukkan bahwa peningkatan kemampuan berpikir kritis kelas eksperimen lebih besar dibandingkan dengan kelas kontrol.

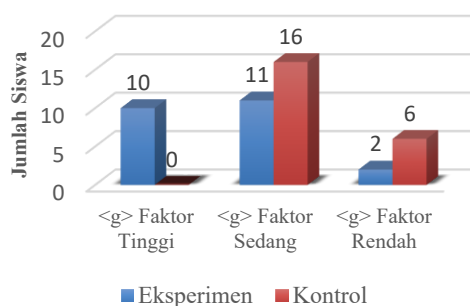
Besarnya peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dapat diketahui dengan

perhitungan menggunakan N-gain. Secara lebih terperinci nilai N-gain pada kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 1. Rata-rata N-gain Kemampuan Berpikir Kritis

Kelas	Rata-rata N-gain	Kategori
Eksperimen	0,587	Sedang
Kontrol	0,382	Sedang

Berdasarkan Tabel 1 di atas menunjukkan bahwa rata-rata nilai N-gain kelas eksperimen dan kontrol masing-masing sebesar 0,587 dan 0,382 yang sama-sama berada dalam kategori sedang. Meskipun keduanya dalam kategori peningkatan yang sama, namun peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Hal ini dapat dilihat dari jumlah siswa berdasarkan kategori N-gain, di mana jumlah siswa pada kelas eksperimen yang tergolong dalam kategori peningkatan tinggi lebih banyak dibandingkan dengan jumlah siswa pada kelas kontrol seperti yang di sajikan pada gambar 2 berikut ini:



Gambar 2. Kategori <g> Siswa Kelas Eksperimen dan Kontrol

Gambar 2. menunjukkan bahwa jumlah siswa kelas eksperimen yang tergolong pada peningkatan kemampuan berpikir kritis tinggi sebanyak 10 siswa sedangkan pada kelas kontrol tidak terdapat siswa yang masuk dalam katagori tersebut. Sebaliknya sebagian besar siswa kelas kontrol justru berada pada katagori peningkatan sedang dan rendah. Perbedaan peningkatan kemampuan berpikir kritis ini disebabkan pada kelas eksperimen menerapkan model pembelajaran PBL terintegrasi *green chemistry* sedangkan pada kelas kontrol hanya menerapkan model konvensional pada proses pembelajaran.

Penerapan model PBL dapat menekankan keaktifan siswa dalam proses pembelajaran,

siswa dituntut untuk aktif belajar secara mandiri maupun kelompok dan memecahkan masalah tentang apa yang dipelajari melalui tahapan-tahapan tertentu sehingga dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa (Fauzannur, 2018; Anggriani & Atmojo, 2022).

Pengintegrasian prinsip *green chemistry* dalam model pembelajaran ini juga dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah dan keterampilan berpikir kritis dengan cara berkontribusi pada penggunaan produk dan proses kimia yang ramah lingkungan dan hemat sumber daya (Inayah *et al*, 2022). Pembelajaran aktif yang persisten dan relevan dengan dunia nyata lebih berhasil dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa (Ervina *et al*, 2025). Strategi pembelajaran aktif efektif dalam membangun keahlian berpikir kritis siswa, tetapi memerlukan dukungan berupa fasilitas teknologi yang memadai dan pelatihan intensif bagi guru (Humam & Hanif, 2025).

Kondisi siswa kelas kontrol yang pasif dan hanya menghafal dalam pembelajaran konvensional menunjukkan adanya kesenjangan antara pengetahuan prosedural (menghafal) dan pemahaman konseptual (makna & penerapan), serta kurangnya pengembangan keterampilan berpikir tingkat tinggi (HOTS) karena dominasi guru. Kondisi ini menyebabkan siswa kesulitan mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Vania *et al*, 2025). Akibatnya, kemampuan berpikir kritis siswa menjadi rendah, karena mereka tidak terbiasa dilatih untuk mencari solusi secara mandiri dan kreatif terhadap suatu permasalahan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Kasmiasi *et al* (2020) yang membuktikan bahwa penerapan model pembelajaran konvensional menyebabkan peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa rendah.

Uji prasyarat dalam penelitian ini yaitu uji normalitas dan homogenitas. Uji normalitas bertujuan untuk mengetahui apakah data berdistribusi normal atau tidak, sedangkan uji homogenitas bertujuan untuk mengetahui apakah data memiliki varians homogen atau tidak.

Uji normalitas dalam penelitian ini menggunakan uji Liliefors. Uji normalitas data dilakukan terhadap data N-gain kelas eksperimen dan kontrol. Hasil uji normalitas dapat dilihat pada Tabel 2. berikut:

Tabel 2. Hasil uji Normalitas

Kelas	N	L_{hitung}	L_{tabel}	Kriteria
Eksperimen	23	0,159	0,179	Berdistribusi
Kontrol	22	0,130	0,184	Normal

Berdasarkan Tabel 2 hasil uji normalitas data N-gain kelas eksperimen dan kontrol didapatkan nilai $L_{hitung} < L_{tabel}$ pada taraf signifikansi 5% (0,05) sehingga dapat disimpulkan data dari kedua kelompok berdistribusi normal.

Uji homogenitas dalam penelitian ini menggunakan uji-F. Data yang digunakan untuk uji homogenitas dalam penelitian ini adalah data N-gain. Hasil uji homogenitas dapat dilihat pada Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Hasil Uji Homogenitas

Kelas	N	Varians	F_{hitung}	F_{tabel}
Eksperimen	23	0,051	1,745	2,073
Kontrol	22	0,029		

Tabel 3 di atas menunjukkan bahwa nilai F_{hitung} yang diperoleh sebesar 1,745. Sementara F_{tabel} diperoleh dengan cara melihat nilai F pada taraf signifikansi 5% dengan derajat kebebasan (dk) pembilang 22 dan dk penyebut 21 sehingga $F_{hitung} < F_{tabel}$, yang berarti bahwa varians data kedua kelompok data homogen.

Setelah dilakukan uji prasyarat selanjutnya dilakukan uji hipotesis. Karena data berdistribusi normal dan memiliki varians yang homogen sehingga uji beda yang digunakan adalah uji Polled Varians. Hasil uji hipotesis dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini:

Tabel 4. Hasil Uji Hipotesis

Kelas	Mean	N	dk	t_{hitung}	t_{tabel}
Eksperimen	0,587	23	43	3,416	1,681
Kontrol	0,382	22			

Berdasarkan Tabel 4 di atas, diperoleh t_{hitung} sebesar 3,416 dan t_{tabel} sebesar 1,681 sehingga $t_{hitung} > t_{tabel}$, oleh karena itu hipotesis diterima dimana penerapan model PBL terintegrasi *green chemistry* berpengaruh positif terhadap kemampuan berpikir kritis siswa kelas XI MIPA SMA Negeri 2 Narmada.

Model PBL menekankan pada pembelajaran yang berpusat pada siswa, di mana mereka secara aktif membangun pengetahuan dan keterampilan mereka melalui aktivitas pemecahan masalah. Sejalan dengan pendapat

Fajarwati (2020) menyatakan bahwa model pembelajaran yang menyajikan masalah nyata dalam proses pembelajaran akan membuat proses pembelajaran lebih bermakna sehingga dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis siswa. Hal ini juga didukung oleh hasil penelitian Zahro dan Lutfianasari (2024) yang membuktikan bahwa penerapan model PBL dalam proses pembelajaran dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada materi hidrolisis garam. Pembelajaran berbasis PBL yang terintegrasi *Green Chemistry* terbukti efektif meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa, karena PBL melatih siswa memecahkan masalah nyata secara kolaboratif dan analitis, sementara *Green Chemistry* memberikan konteks masalah yang relevan dan autentik terkait kimia ramah lingkungan, sehingga mendorong pemikiran kritis mendalam dan penerapan konsep secara praktis (Muntari et al, 2025). Menggabungkan keduanya menciptakan pembelajaran yang bermakna, di mana siswa tidak hanya belajar teori kimia tetapi juga menerapkannya untuk menyelesaikan masalah dunia nyata secara bertanggung jawab, meningkatkan keterampilan berpikir tingkat tinggi mereka (Hasanah et al, 2025). Singkatnya, kombinasi PBL dan *Green Chemistry* adalah pendekatan pedagogis yang kuat untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis siswa dalam bidang sains, khususnya kimia, karena relevansi dan fokusnya pada pemecahan masalah praktis yang berdampak.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa pembelajaran dengan model PBL terintegrasi *green chemistry* berpengaruh positif terhadap kemampuan berpikir kritis siswa kelas XI MIPA SMA Negeri 2 Narmada.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Idrus, S. W., Hadisaputra, S., & Junaidi, E. (2020). Pendekatan Green Chemistry dalam Modul Praktikum Kimia Lingkungan untuk Meningkatkan Kreativitas Mahasiswa Calon Guru Kimia. *Chemistry Education Practice*, 3(2), 69. <https://doi.org/10.29303/cep.v3i2.2110>
- Ananditha, C., Andayani, Y., & Muntari. (2024). Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Kimia Siswa Kelas XI Berdasarkan Pelaksanaan Kurikulum Merdeka Belajar. *Chemistry Education Practice*, 7(2), 263-

268. doi: 10.29303/cep.v7i2.6759.
- Anggriani, M. D., & Atmojo, S. E. (2022). The Impact of Problem-Based Learning Model Assisted by Mentimeter Media in Science Learning on Students' Critical Thinking and Collaboration Skills. *International Journal of Elementary Education*, 6(2), 350–359. <https://doi.org/10.23887/ijee.v6i2.46837>
- Anisa, A. R., Ipungkarti, A. A., & Saffanah, K. N. (2021). Pengaruh Kurangnya Literasi serta Kemampuan dalam Berpikir Kritis yang Masih Rendah dalam Pendidikan di Indonesia. *Conference Series Journal*, 01(01), 1–12.
- Ariadila, S. N., Silalahi, Y. F. N., Fadiyah, F. H., Jamaluddin, U., & Setiawan, S. (2023). Analisis Pentingnya Keterampilan Berpikir Kritis Terhadap Pembelajaran Bagi Siswa. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 9(20), 664–669.
- Cahyati, R. T. (2019). *Analisis Model Pembelajaran Predict Observe Explain (POE) Berorientasi Green Chemistry Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Termokimia*. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Darwati, I. M., & Purana, I. M. (2021). Problem Based Learning (PBL): Suatu Model Pembelajaran Untuk Mengembangkan Cara Berpikir Kritis Peserta Didik. *Widya Accarya*, 12(1), 61–69. <https://doi.org/10.46650/wa.12.1.1056.61-69>
- Ervina, Eliza, F., Juliana, V., & Pratama, A. (2025). Tinjauan Teoretis terhadap Strategi Pembelajaran Aktif dalam Pendidikan Abad 21. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 9(2), 15469-15474.
- Fajarwati, I. (2020). Problem Based Learning (PBL) to Improve Critical Thinking Skills. *In Social, Humanities, and Educational Studies (SHES): Conference Series*, 3(3), 2238–2243. <https://jurnal.uns.ac.id/shes>
- Fauzannur. (2018). Studi Kasus Proses Pembelajaran Kimia di SMAN 7 Banda Aceh Tahun 2017 / 2018. *Prosiding Seminar Nasional MIPA IV*, 162–168.
- Gresinta, E., Rahmawati, & Suharyati, H. (2023). Implementasi Nilai-Nilai Etika dalam Pembelajaran Sains untuk Membangun Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik. *Journal of Industrial Engineering Management*, 4(6), 12–20. <https://jurnal.teknologiindustriumi.ac.id/index.php/JIEM/article/view/571>
- Hasanah, U., Savalas, L. R. T., & Muntari. (2025). Pengaruh Model (PBL) pada Materi Green Chemistry terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Laporan Hasil Penelitian. Repositori Unram*.
- Humam, H. S., & Hanif, M. (2025). Strategi Pembelajaran Aktif dalam Meningkatkan Keterampilan Kritis Siswa di Era Modern. *Jurnal Bintang Pendidikan Indonesia*, 3(3), 89-108. DOI: <https://doi.org/10.55606/jubpi.v3i1.3592>.
- Inayah, S., Dasna, I. W., & Habiddin, H. (2022). Implementasi Green Chemistry Dalam Pembelajaran Kimia: Literatur Review. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, 10(1), 42. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v10i1.4611>
- Juliyantika, T., & Batubara, H. H. (2022). Tren Penelitian Keterampilan Berpikir Kritis pada Jurnal Pendidikan Dasar di Indonesia. *Jurnal Basicedu*, 6(3), 4731–4744. <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/basicedu.v6i3.2869> ISSN
- Kasmiasi, K., Tahril, T., & Tiwow, V. M. A. (2020). Effect of Problem Based Learning Model on the Chemical Reaction Rate toward Critical Thinking Ability of Students. *Jurnal Akademika Kimia*, 9(4), 183–190. <https://doi.org/10.22487/j24775185.2020.v9.i4.pp183-190>
- Khoirunnisa, F., & Sabekti, A. W. (2020). Profil Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Ikatan Kimia. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 4(1), 26–31. <https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JPK/article/view/25635/15779>
- Kusumaningtyas, P., Oktafiani, R., Nurhadi, M., & Sulistyanyarni, S. (2020). Pengaruh Isu Sosiosaintifik Dalam Model Discovery Learning Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Asam Basa. *Orbital: Jurnal Pendidikan Kimia*, 4(1), 64–74. <https://doi.org/10.19109/ojpk.v4i1.5172>
- Mahrannisya, D. (2023). Keterampilan Pembelajar Di Abad Ke-21. *JUPENJI: Jurnal Pendidikan Jompa Indonesia*, 2(1), 101–109. <https://doi.org/10.57218/jupenji.vol2.iss1.598>
- Muntari., Listantia, N., & Pertiwi, G. (2025). Pengaruh Model Problem Based Learning Berbasis Green Chemistry terhadap

- Kemampuan Berpikir Kritis dan Pemahaman Konsep Materi Hidrolisis Garam pada Siswa Kelas XI SMAN 1 Lingsar. *Journal of Authentic Research*, 4(2), 2679–2690. <https://doi.org/10.36312/q4sqxs70>
- Nafsia, Agustina, S., & Mutmainah, P. A. (2024). Implementasi model problem based learning (PBL) berbasis kearifan lokal untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada materi koloid kelas XI SMAN 3 kota Bima. *Jurnal Pendidikan Kimia Dan Ilmu Kimia*, 7(2), 58–64.
- OECD. (2024). Pisa 2022. In *Perfiles Educativos* (Vol. 46, Issue 183). <https://doi.org/10.22201/iissue.24486167e.2024.183.61714>
- Pratama, G. W., Ashadi, A., & Indriyanti, N. Y. (2017). Efektivitas Penggunaan Modul Pembelajaran Kimia Berbasis Problem-Based Learning (PBL) Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Siswa Pada Materi Koloid Sma Kelas XI Kritis. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains (SNPS)*, 21, 150–156.
- Risna, R., Hasan, M., & Supriatno, S. (2019). Penerapan Model Inkuiri Terbimbing Berorientasi Green Chemistry Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Materi Larutan Penyangga. *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA*, 3(2), 106–118. <https://doi.org/10.24815/jipi.v3i2.14726>
- Saputri, L. R., & Suprihatiningrum, J. (2023). Kajian Literatur Model Pembelajaran Problem Based Learning (Pbl) Materi Asam Basa Untuk Meningkatkan Critical Thinking Dan Green Chemistry Skill. *UNESA Journal of Chemical Education*, 12(3), 225–236. <https://doi.org/10.26740/ujced.v12n3.p225-236>
- Setianingsih, R., Novita, M., & Patonah, S. (2022). Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Pembelajaran Kimia dalam Pokok Bahasan Laju Reaksi di SMA Negeri 1 Bantarbolang. *Media Penelitian Pendidikan : Jurnal Penelitian Dalam Bidang Pendidikan Dan Pengajaran*, 16(1), 5–9. <https://doi.org/10.26877/mpp.v16i1.11806>
- Suryati, S., Hendrawani, H., & Walidatun, N. (2021). Pengaruh Modul PBL Berorientasi Green Chemistry pada Materi Hidrolisis Garam terhadap Literasi Sains Siswa. *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*, 9(1), 86. <https://doi.org/10.33394/j-lkf.v9i1.4343>
- Vania, A. S., Sabilla, A., Hakim, A. N., Sudrajat, V. H., & Sianturi, Y. R. (2025). Revitalisasi Pembelajaran Berbasis HOTS di Abad 21. *ULIL ALBAB: Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, 1(7), 2066-2070.
- Wulandari, I. P. (2019). Berpikir Kritis Matematis dan Kepercayaan Diri Siswa Ditinjau dari Adversity QUOTI. *PRISMA, Prosiding Seminar Nasional Matematika*, 2, 176. https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/prisma/article/view/29211/12879%0D%0A%0Ahttp://www.cala.fsu.edu/files/higher_order_thinking_skills.pdf
- Zahro, M., & Lutfianasari, U. (2024). Penerapan Model Pembelajaran Problem-Based Learning terhadap Kemampuan Berpikir Kritis dan Aktivitas Belajar Peserta Didik pada Materi Hidrolisis Garam. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 18(1), 17–22. <https://doi.org/10.15294/jipk.v18i1.45567>
- Zainal, N. F. (2022). Problem Based Learning pada Pembelajaran Matematika di Sekolah Dasar/ Madrasah Ibtidaiyah. *Jurnal Basicedu*, 6(3), 3584–3593.
- Zulfa, R., Muntari, Anwar, Y. A. S. (2023). Tren Penelitian Pengembangan LKPD Project Based Learning (PjBL) Terintegrasi Pendekatan Green Chemistry: Systematic Literature Review. *Indonesian Journal of STEM Education*, 5(2), 71-81.