



Inovasi Model *Literacy and Research-Oriented Cooperative Problem-Based Learning* dalam Kasus Pencemaran Air oleh Logam Fe

Faiz Ilham Pratama, Eli Rohaeti*, Dewita Ariantika, Silvia Dwi Fauzia, Nadila Iin Wulandari, Julianne Sharon Pawestri

Departemen Pendidikan Kimia, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia.

*Korespondensi Penulis. E-mail: eli_rohaeti@uny.ac.id

Abstrak

Literacy and Research-Oriented Cooperative Problem-Based Learning atau yang dapat disingkat LIRACLE adalah sebuah model pembelajaran baru yang dikembangkan untuk pembelajaran pada perguruan tinggi. Dalam pengembangannya, LIRACLE digunakan untuk mengembangkan kemampuan literasi kimia, membiasakan berpikir ilmiah, dan mengembangkan keterampilan proses sains calon guru kimia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menjabarkan penerapan model LIRACLE dalam kasus pencemaran air oleh logam Fe. Penjabaran tersebut meliputi pengamatan dari keterlaksanaan setiap sintaks dari LIRACLE. Kasus pencemaran air dipilih menjadi topik bahasan karena maraknya pencemaran air saat ini. Logam Fe dipilih karena logam Fe banyak terdapat di air dan mudahnya logam ini terdeteksi oleh instrumen Spektroskopi Serapan Atom (SSA). Jumlah sampel air yang digunakan dalam penelitian ini diambil dari dua sumber yang berbeda. Konsep kimia yang dipelajari adalah adsorpsi yang teorinya telah dipelajari di mata kuliah “Dinamika Molekuler”. Hasil dari penelitian ini adalah uraian kegiatan dalam setiap sintaks LIRACLE dalam kasus pencemaran air oleh logam Fe. Selain itu, proses adsorpsi yang dilakukan berhasil dengan persentase keefektifan adsorpsi pada sampel pertama sebesar 97,9% dan sampel kedua sebesar 96,9%. Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan dalam pengembangan model LIRACLE ke depannya.

Kata Kunci: Adsorpsi, Logam Fe, Model Pembelajaran LIRACLE, Pencemaran Air

Innovation of the Literacy and Research-Oriented Cooperative Problem-Based Learning Model in the Case of Water Pollution by Fe Metals

Abstract

Literacy and Research-Oriented Cooperative Problem-Based Learning, abbreviated as LIRACLE, is a new learning model developed for learning in higher education. In its development, LIRACLE was used to develop chemical literacy skills, get used to scientific thinking, and develop the science process skills of prospective chemistry teachers. This research aims to describe the application of the LIRACLE model in the case of water pollution by Fe metal. This explanation includes observations of the implementation of each syntax of LIRACLE. The case of water pollution was chosen as the topic of discussion because water pollution is currently rampant. Fe metal was chosen because Fe metal is abundant in water and this metal is easily detected by the Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) instrument. The number of water samples used in this study was taken from two different sources. The chemical concept studied is adsorption, the theory of which has been studied in the "Molecular Dynamics" course. The result of this research is a description of the activities in each LIRACLE syntax in the case of water pollution by Fe metal. Apart from that, the adsorption process was successful with the percentage of adsorption effectiveness in the first sample being 97.9% and in the second sample being 96.9%. This research is preliminary in the future development of the LIRACLE model.

Keywords: Adsorption, Fe Metal, LIRACLE Learning Model, Water Pollution

How to Cite: Pratama, F. I., Rohaeti, E., Ariantika, D., Fauzia, S. D., Wulandari, N. I., & Pawestri, J. S. (2024). Inovasi model literacy and research-oriented cooperative problem-based learning dalam kasus pencemaran air oleh logam fe . *Jurnal Pendidikan Matematika dan Sains*, 12(2), 132–138. <https://dx.doi.org/10.21831/jpms.v12i2.79113>

Permalink/DOI: DOI: <https://dx.doi.org/10.21831/jpms.v12i2.79113>

PENDAHULUAN

Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) menyebabkan dunia memasuki era disrupsi. Era disrupsi telah menjadi kenyataan yang harus dihadapi masyarakat dunia, termasuk Indonesia (Pratama & Rohaeti, 2023). Dampak dari era ini menyebabkan generasi muda Indonesia menjadi berkualitas dan mampu bersaing di tingkat global untuk memenuhi tuntutan kesuksesan dalam pekerjaan dan masa depan generasi muda (Pratama et al., 2023). Namun pembentukan generasi muda yang berkualitas masih menghadapi banyak kendala seperti rendahnya semangat berkolaborasi, kurangnya kemampuan literasi, serta rendahnya kemampuan pemecahan masalah (Edwards et al., 2023; Perry et al., 2023).

Bagus tidaknya kualitas generasi muda suatu negara dapat dilihat dari kualitas mahasiswa S-1nya. Hal ini didasarkan pada rentang usia mahasiswa S-1 yang umumnya berada pada usia 18–23 tahun. Oleh sebab itu, pengembangan kemampuan mahasiswa harus diupayakan dengan cara memberikan pendidikan yang berkualitas dan sebaik mungkin (Pratama et al., 2023). Akan tetapi, penelitian *Program for International Assessment of Adult Competencies* (PIAAC) pada tahun 2016 juga menunjukkan bahwa mahasiswa masih sangat lemah dalam hal literasi dan pemecahan masalah (Perry et al., 2020). Hasil dari PIAAC menunjukkan bahwa sebesar 70% dari responden yang berasal dari Indonesia memiliki kemampuan literasi pada level 1 dan di bawahnya, mengindikasikan bahwa generasi muda Indonesia hanya mampu membaca teks singkat dengan topik yang familiar bagi dirinya dan hanya mampu menangkap satu buah pesan atau informasi dari teks tersebut (Keslair dan Paccagnella, 2020).

Problem-Based Learning (PBL) menawarkan alternatif solusi untuk mengembangkan literasi dan kemampuan pemecahan masalah dengan mengintegrasikan sains dalam sebuah kasus di kehidupan nyata (Akcaay & Benek, 2024; Cavadas et al., 2022). Hal ini dikarenakan poin utama PBL untuk mendorong mahasiswa secara aktif dan meningkatkan pengembangan kemampuan mahasiswa (Barret, 2017; Brilingaite et al., 2018). Oleh sebab itu, PBL termasuk dalam model pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa dan dosen memiliki peran sebagai fasilitator yang krusial demi suksesnya pembelajaran.

Akan tetapi, selain memiliki banyak kelebihan, PBL memiliki beberapa kekurangan yaitu peran mahasiswa dalam proses belajar sulit diubah karena sudah terbiasa berorientasi pada materi pelajaran dan mengingat fakta (Grant, 2002). PBL juga memerlukan banyak waktu untuk menyelesaikan masalah yang kompleks (Grant, 2002). Selain itu, penilaian hasil belajar akan menjadi sukar apabila dilakukan dengan cara tradisional seperti menggunakan ujian tertulis (Shankar, 2010). Untuk meminimalkan kekurangan-kekurangan dari PBL

tersebut, dosen harus menegaskan perannya sebagai fasilitator (bukan hanya memberikan materi secara langsung kepada mahasiswa). Selain itu, aturan yang jelas terkait pembelajaran dan penilaian harus disepakati bersama (Shankar, 2010). Oleh sebab itu, inovasi untuk mengadaptasi PBL menjadi model pembelajaran baru dapat dilakukan untuk menyelesaikan kekurangan dari PBL tersebut.

Pengembangan Model LIRACLE

Penelitian terdahulu telah mengungkapkan tentang pentingnya kemampuan literasi kimia, kebiasaan berpikir ilmiah, dan keterampilan proses sains yang harus dimiliki oleh mahasiswa S-1 rumpun pendidikan sains khususnya mahasiswa S-1 Pendidikan Kimia (Pratama et al., 2024). Namun, dalam realitanya, masih banyak ditemukan kasus rendahnya kemampuan literasi kimia mahasiswa (Muntholib et al., 2020). Mahasiswa belum dapat menghubungkan pengetahuan yang diperoleh di kelas dan dalam kehidupan nyata (Stasevic et al., 2023). Selain itu, dalam aspek psikomotorik, terdapat temuan penurunan keterampilan proses sains seiring dengan meningkatnya tahun studi mahasiswa (Çalık et al. 2015). Hasil yang sama dikemukakan oleh Cigdemoglu, et al (2017) yang mengatakan bahwa terdapat penurunan sikap mahasiswa setelah menerima instruksi meskipun tidak signifikan.

Inovasi dalam pembelajaran kimia harus dilakukan agar dapat mempersiapkan mahasiswa menjadi guru yang profesional di masa depan (Easa & Blonder, 2024). Salah satu bentuk inovasi tersebut adalah dengan mengembangkan model pembelajaran baru yang secara khusus ditujukan untuk pembelajaran pada perguruan tinggi. Namun, belum banyak pengembangan model pembelajaran yang berfokus pada pembelajaran orang dewasa.

Model pembelajaran LIRACLE (*Literacy and Research-Oriented Cooperative Problem-Based Learning*) dikembangkan untuk menjadi sebuah inovasi. LIRACLE dikembangkan secara khusus untuk mengembangkan kemampuan literasi kimia, membiasakan berpikir ilmiah, melatih keterampilan proses sains, melatih kerja sama, dan membiasakan mahasiswa terhadap riset atau penelitian. Saat ini, LIRACLE masih dalam tahap pengembangan dan memiliki enam sintaks yang harus dijalankan secara runtut. Enam sintaks tersebut dipadukan dengan konsep kimia adsorpsi untuk menciptakan sebuah lingkungan pembelajaran yang berorientasi pada literasi dan riset untuk menyelesaikan suatu permasalahan dalam kehidupan sehari-hari secara kooperatif.

Kasus Pencemaran Air dan Adsorpsi

Salah satu permasalahan yang berkaitan dengan air adalah sulitnya mendapatkan air bersih (Pratama, 2022). Air sumur merupakan salah satu sumber utama air bersih yang digunakan oleh masyarakat untuk kebutuhan sehari-hari, terutama di

daerah pedesaan (Purba, 2019). Namun, masalah kualitas air sumur sering kali muncul, terutama ketika air sumur tercemar oleh zat-zat yang terbawa oleh air hujan, seperti besi (Fe). Kadar Fe yang tinggi pada air sumur dapat menyebabkan rasa logam, noda pada peralatan, serta efek negatif pada kesehatan jika dikonsumsi dalam jangka panjang (Susilo, 2021).

Karbon aktif telah banyak digunakan sebagai media penyerap berbagai zat pencemar dalam air karena daya serapnya yang tinggi dan mudah digunakan (Kusuma et al., 2020). Penggunaan karbon aktif untuk menurunkan kadar besi dalam air telah terbukti efektif, karena karbon aktif memiliki struktur pori yang dapat menyerap partikel logam (Hartono & Widodo, 2021). Selain itu, karbon aktif bersifat ramah lingkungan dan efisien secara ekonomi, sehingga menjadi pilihan yang tepat untuk pengolahan air skala kecil seperti air sumur (Kurniawan, 2018). Berdasarkan masalah tersebut, perlu adanya upaya untuk melakukan penjernihan air yang terindikasi logam Fe agar dihasilkan air yang bersih. Konsep adsorpsi dengan adsorben arang aktif dipakai untuk menyelesaikan permasalahan tersebut.

METODE

Penelitian ini adalah penelitian deskriptif kualitatif untuk melihat setiap kegiatan pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran LIRACLE. Penelitian berlangsung di Program Studi Pendidikan Kimia, FMIPA, UNY selama satu semester. Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah lembar observasi pembelajaran (*observation logbook*) yang digunakan untuk mendeskripsikan seluruh kegiatan pembelajaran dari setiap sintaks LIRACLE. Penelitian ini merupakan pendahuluan dari pengembangan model pembelajaran LIRACLE yang akan diuji keefektifannya di masa yang akan datang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian yang telah dilakukan menjabarkan setiap sintaks dari model pembelajaran LIRACLE. Sintaks pertama model pembelajaran LIRACLE diawali dengan kegiatan apersepsi yang kemudian dilanjutkan dengan kegiatan pembagian mahasiswa menjadi kelompok kecil berisi 3 hingga 5 mahasiswa. Kegiatan selanjutnya yaitu mahasiswa diberikan wacana literasi kimia dengan topik permasalahan yang ada dalam lingkungan sehari-hari mereka. Mahasiswa kemudian dapat untuk menginisiasi masalah yang ada dalam wacana literasi kimia tersebut. Pada penelitian ini, kasus yang diangkat menjadi topik dalam wacana literasi kimia yaitu kasus pencemaran air. Disajikan pula foto dari sungai yang tercemar yang ditampilkan di depan kelas.

Rangkaian aktivitas dalam sintaks pertama ini mengajak mahasiswa untuk membaca, menginisiasi, mencatat informasi penting yang ada dalam wacana literasi sehingga literasi kimia dan kebiasaan berpikir ilmiah dari mahasiswa akan mulai diasah. Selain itu,

kerjasama antar mahasiswa untuk menginisiasi dan berdiskusi terkait informasi penting serta kemampuan untuk menginisiasi permasalahan yang ada juga akan mengembangkan kemampuan mahasiswa. Gambar 1 menunjukkan kegiatan pembelajaran pada sintaks pertama model LIRACLE. Alokasi waktu pada sintaks pertama model LIRACLE yaitu 30 menit.



Gambar 1. Pelaksanaan sintaks pertama LIRACLE

Mahasiswa diarahkan untuk dapat melakukan investigasi dan mempelajari konsep kimia dalam sintaks kedua. Hal ini mengajarkan mahasiswa untuk dapat berpikir seperti ilmuwan dan menghubungkan konsep kimia dalam menyelesaikan sebuah masalah. Pada penelitian ini, konsep kimia yang dapat digunakan untuk menyelesaikan permasalahan kasus pencemaran air adalah adsorpsi yang meliputi konsep dasar adsorpsi, konsep adsorben, konsep adsorbat, isothermal adsorpsi, dan peranan adsorpsi dalam kehidupan sehari-hari. Alokasi waktu pada sintaks kedua yaitu 4 x 50 menit yang dibagi dalam dua kali pertemuan tatap muka.

Sintaks ketiga, pembelajaran LIRACLE mengajak mahasiswa untuk mengintegrasikan konsep adsorpsi yang telah dipelajari dengan perancangan penyelesaian masalah. Mahasiswa akan mencoba untuk saling bekerjasama untuk mengintegrasikan konsep kimia yang telah didapatkan menjadi suatu konsep kimia yang utuh. Jika terdapat kesalahan pemahaman konsep, rekan sebaya dalam tim akan dapat memberi tahu konsep kimia yang benar. Jika terdapat miskonsepsi dalam satu kelompok, dosen dapat membimbing mahasiswa kepada konsep yang benar.

Sintaks keempat model LIRACLE diisi dengan kegiatan merancang percobaan dengan menentukan alat, bahan, prosedur, lembar pengumpulan data, dan analisis data. Alat yang digunakan meliputi botol flakon sebanyak 2 buah, kertas saring, kompor, baskom, Spektroskopi Serapan Atom (SSA), saringan, dan panci, sedangkan bahan yang digunakan meliputi karbon aktif 25 gram dan juga sampel air sebanyak 1 liter. Langkah kerja dari percobaan adsorpsi yaitu menyiapkan sampel air terindikasi tercemar logam Fe. Sampel air tersebut didapatkan di dua titik yang berbeda. Setelah 1 Liter sampel air terkumpul, air kemudian direbus hingga

volume 20 mL agar dapat dimasukkan ke dalam botol flakon. Sampel air tersebut kemudian dianalisis menggunakan Spektroskopi Serapan Atom (AAS) untuk diketahui konsentrasinya.

Langkah selanjutnya adalah membuat percobaan adsorpsi. Arang aktif digunakan sebagai adsorben dalam percobaan. Sebanyak 1 Liter sampel air dimasukkan ke dalam kolom adsorpsi yang sudah diisi dengan arang aktif. Keran kolom adsorpsi dibiarkan terbuka agar sampel air yang telah melalui proses adsorpsi dapat langsung keluar. Setelah itu, sampel air

kemudian ditampung dan dipanaskan hingga volume 20 mL. Sampel air yang sudah dipanaskan kemudian disaring dan dimasukkan ke dalam botol flakon. Sampel kemudian diuji menggunakan Spektroskopi Serapan Atom. Lembar pengumpulan data digunakan untuk mengetahui ciri fisik dan konsentrasi sampel air terindikasi tercemar Fe. Tabel 1 menunjukkan hasil dari lembar pengumpulan data. Data tersebut kemudian diolah menjadi sebuah *scientific paper* untuk melaporkan hasil penelitian.

Tabel 1. Lembar pengumpulan data

Aspek Pengamatan	Sampel I		Sampel II	
	Sebelum	Sesudah	Sebelum	Sesudah
Konsentrasi	17,0687	0,3442	10,3106	0,3167
Warna Sampel	Kuning keruh	Jernih	Putih keruh	Jernih
Bau Sampel	Sedikit berbau besi	Tidak berbau	Sedikit berbau besi	Tidak berbau

Hasil dari lembar pengumpulan data kemudian diinterpretasi menjadi sebuah *scientific paper*. Dosen telah membagikan *template* kepada mahasiswa untuk mempermudah mahasiswa dalam mengerjakan. *Template* tersebut merupakan *template* umum pada jurnal yang meliputi judul, nama penulis, afiliasi penulis, kontak korespondensi, abstrak, kata kunci, pendahuluan, metode, hasil, pembahasan, simpulan, dan daftar pustaka. Pada bagian pembahasan, dijabarkan terkait dengan konsep adsorpsi yang dapat menjadi salah satu solusi pencemaran logam Fe pada air. Penjabaran konsep adsorpsi dalam kasus pencernihan air meliputi:

1. Area Permukaan Luas dan Struktur Berpori: Karbon aktif memiliki area permukaan yang luas dan pori-pori mikroskopis yang memungkinkan ion Fe mudah teradsorpsi ke permukaan karbon.
2. Interaksi Elektrostatis: Ion Fe bermuatan positif dapat berinteraksi dengan area bermuatan negatif pada karbon aktif, meningkatkan daya tarik dan efisiensi adsorpsi.
3. Kompleksasi dengan Gugus Fungsional: Karbon aktif memiliki gugus fungsional (seperti -OH dan -COOH) yang dapat membentuk ikatan dengan ion Fe, menstabilkan adsorpsi.
4. Konsentrasi Fe dalam Larutan: Konsentrasi awal Fe yang tinggi dalam larutan meningkatkan jumlah ion Fe yang dapat diadsorpsi hingga mencapai kapasitas maksimal karbon aktif.
5. Pengaruh pH: pH optimal meningkatkan afinitas karbon aktif terhadap ion Fe, sehingga pH yang sesuai sangat berpengaruh dalam proses adsorpsi Fe.

Adapun pemilihan karbon aktif yang berbentuk serbuk berpengaruh pada adsorpsi meliputi:

1. Luas Permukaan Lebih Besar: Penumbukan meningkatkan luas permukaan, memungkinkan lebih banyak molekul yang bisa diadsorpsi.
2. Ukuran Partikel Kecil: Partikel kecil mempercepat proses adsorpsi karena molekul lebih cepat mencapai permukaan adsorben.
3. Lebih Banyak Pori Terbuka: Pori-pori mikroskopis yang lebih banyak dan terbuka optimal untuk menangkap zat kontaminan.
4. Aksesibilitas Pori Lebih Baik: Pori-pori mudah dijangkau, meningkatkan efektivitas penyerapan.
5. Interaksi Optimal: Permukaan halus menyediakan lebih banyak titik kontak, memperkuat daya adsorpsi karbon aktif.

Setelah konsentrasi sebelum dan sesudah adsorpsi didapatkan, efektifitas adsorpsi dapat dihitung. Efektifitas adsorpsi untuk sampel air pertama adalah 97,9% dan adsorpsi sampel air kedua adalah 96,9%. Hasil ini sangat tinggi dan mendekati 100% sehingga dapat dikatakan kegiatan percobaan adsorpsi berhasil dilakukan.

Sintaks terakhir terkait dengan bagian mempublikasi hasil *scientific paper* yang telah dibuat. Suasana ruang kelas dipandu agar menyerupai seminar artikel ilmiah. Mahasiswa mempresentasikan hasil penelitiannya di depan kelas sesuai dengan Gambar 2. Setelah selesai mempresentasikan hasil penelitiannya, dosen memfasilitasi mahasiswa untuk melakukan sesi tanya jawab seperti yang ada pada Gambar 3.

Selama proses presentasi dan diskusi, mahasiswa setiap kelompok membagi diri dalam berbagai peran seperti *presenter*, *notulen*, dan

penjawab pertanyaan. Pembagian peran yang jelas inilah yang menjadi ciri khusus dalam pembelajaran kooperatif. Hal ini pula yang membedakan pembelajaran kooperatif dengan pembelajaran kolaboratif (Yang, 2023). Kegiatan diskusi ilmiah ini terekam dalam lembar notulen yang tersedia pada

Tabel 2. Setelah sesi tanya jawab berakhir, dosen memberikan perbaikan apabila terjadi miskonsepsi ketika mahasiswa menjabarkan hasil penelitiannya. Dosen juga memberikan penguat dan saran kepada mahasiswa



Gambar 2. Presentasi hasil penelitian



Gambar 3. Sesi tanya jawab

Tabel 2. Notulensi diskusi ilmiah

Penanya	Pertanyaan	Jawaban
Penanya I	Apakah terdapat efek spesifik dari ion-ion seperti Ca^{2+} dan Mg^{2+} pada kapasitas adsorpsi karbon aktif terhadap ion Fe^{2+} dan apa pengaruh pada struktur pori karbon aktif?	Ion Ca^{2+} dan Mg^{2+} akan bersaing dengan ion Fe^{2+} untuk menempati situs adsorpsi (permukaan adsorben) sehingga mengurangi kapasitas karbon aktif dalam menyerap ion Fe^{2+} . Pengaruh terhadap struktur pori karbon aktif dapat mengubah muatan permukaan, afinitas karbon aktif, dan mengurangi interaksi dengan Fe^{2+}
Penanya II	Apakah pengaruh jangka panjang air hasil adsorpsi menggunakan karbon aktif terhadap lingkungan?	Pengaruh jangka panjang adalah kualitas air meningkat, kesehatan manusia meningkat, dan memiliki dampak positif bagi tanah dan tumbuhan

Model LIRACLE yang dikembangkan dapat menjadi model pembelajaran yang tepat guna dalam pembelajaran orang dewasa. Selain itu, model LIRACLE dapat mengembangkan kemampuan literasi kimia, membiasakan berpikir ilmiah, dan melatih keterampilan proses sains mahasiswa S-1 Pendidikan Kimia. Hal ini yang akan membekali

mahasiswa menjadi guru kimia yang profesional di masa depan.

SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, model *Literacy and Research-Oriented Cooperative Problem-Based Learning* (LIRACLE) dalam kasus

pencemaran air oleh Logam Fe telah berhasil dideskripsikan dari enam sintaks model tersebut. Sintaks pertama berfokus pada inisiasi permasalahan pencemaran air. Sintaks kedua berfokus pada pemahaman konsep adsorpsi. Sintaks ketiga berisi kegiatan pengintegrasikan konsep adsorpsi terhadap rancangan penyelesaian masalah pencemaran air, sintaks keempat meliputi perancangan dan pelaksanaan eksperimen. Berdasarkan eksperimen, konsep adsorpsi dapat menjadi salah satu solusi untuk menanggulangi pencemaran air yang terkontaminasi logam Fe. Hasil menunjukkan konsentrasi sampel I mengalami penurunan dari 17,0687 menjadi 0,3442 dan konsentrasi sampel II mengalami penurunan dari 10,3106 menjadi 0,3167 sehingga persentase keefektifan adsorpsi untuk sampel I sebesar 97,9% dan sampel II sebesar 96,9% diiringi dengan perubahan warna sampel dan bau sampel. Sintaks kelima berisi kegiatan penulisan *scientific paper* dengan *template* yang sudah disediakan. Kegiatan pembelajaran diakhiri dengan sintaks keenam yang berisi diskusi ilmiah yang dipandu oleh dosen sebagai moderator. Terdapat pertanyaan yang menanyakan terkait dengan efek jangka panjang Hasil penjabaran sintaks model LIRACLE ini menjadi sebuah penelitian pendahuluan dalam pengembangan model LIRACLE kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Akçay, B., & Benek, I. (2024). Problem-based learning in türkiye: a systematic literature review of research in science education, *Education Science*, 14(3), 330. <https://doi.org/10.3390/educsci14030330>
- Barret, T. (2017). A new model of problem-based learning: inspiring concepts, practice strategies and case studies from higher education. All Ireland Society for Higher Education (AISHE).
- Brilingaite, A., Bukauskas, L., & Juskeviciene, A. (2018). Competency assessment in problem-based learning projects of information technologies students. *Informatics in Education*, 17(1), 21–44. <https://doi.org/10.15388/infedu.2018.02>
- Çalık, M., Ültay, N., Kolomuç, A., & Aytar, A. (2015). A cross-age study of science student teachers' chemistry attitudes. *Chemistry Education Research and Practice*, 16(2), 228–236. doi:10.1039/c4rp00133h
- Cavadas, B., Rezio, S., Nogueira, J. R., & Branco, N. (2022). A framework and a research design proposal to identify preservice teachers' integration performance of science and mathematics. *Canadian Journal of Science, Mathematics, and Technology Education*, 22, 101–129. <https://doi.org/10.1007/s42330-022-00198-2>
- Cigdemoglu, C., Arslan, H. O., & Cam, A. (2017). Argumentation to foster preservice science teachers' knowledge, competency, and attitude on the domains 237 of chemical literacy of acids and bases. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(2), 288–303. doi:10.1039/c6rp00167j
- Easa, E., & Blonder, R. (2024). Fostering inclusive learning: customized kits in chemistry education and their influence on self-efficacy, attitudes and achievements. *Chemistry Education Research and Practice*, <https://doi.org/10.1039/D4RP00144C>
- Edwards, D., Carrier, J., Csontos, J., Evans, N., Elliot, M., Gillen, E., Hannigan, B., Lane, R., Williams, L. (2023). Review: Crisis responses for children and young people – systematic review of effectiveness, experiences, and service organisation (camh-crisis). *Child and Adolescent Mental Health*, 29(1), 70 – 83. <https://doi.org/10.1111/camh.12639>
- Grant, M. M. (2002). Getting a grip on PBL: Theory, cases and recommendations. *Meridian: A Middle School Computer Technologies Journal A Service Of NC State University, Raleigh*, 5(1), 1–17
- Hartono, A., & Widodo.(2009). Adsorpsi Logam Berat dengan Karbon Aktif dan Limbah Pertanian. *Jurnal Kimia Lingkungan*, 5(1),45-53.
- Keslair, F., & Paccagnella, M. (2020). Assessing adults' skills on global scale: a joint analysis of results from pisa and step. *OECD Education Working Paper No. 230*, 1–50. <https://dx.doi.org/10.1787/ae2f95d5-en>
- Kurniawan, T. (2018). Teknologi Pengolahan Air Sumur: Tinjauan Penggunaan Karbon Aktif. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 7(3), 67-72.
- Kusuma, S. M., Sutrisno, D., & Rahayu, E. (2020). Efektivitas Karbon Aktif sebagai Penyerap Logam Besi dalam Air. *Jurnal Pengolahan Air Bersih*, 8(2), 112–119.
- Muntholib., Ibnu, S., Rahayu, S., Fajaroh, F., Kusairi, S., & Kuswandi, B. (2020). Chemical literacy: performance of first year chemistry students on chemical kinetics. *Indonesian Journal of Chemistry*, 20(2), 468–482. DOI: 10.22146/ijc.43651
- Perry, K.H., Shaw, D.M., & Saberimoghaddam, S. (2020). Literacy practices and the programme for the international assessment of adult competencies (piae): a conceptual critique.

- International Review of Education*, 66(1).
<https://doi.org/10.1007/s11159-019-09819-9>
- Pratama, F. I. (2022). Analisis kadar logam fe, pb, cu, zn, dan cd dalam air minum isi ulang di kecamatan depok sleman yogyakarta. *Dalton: Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia*, 5(1), 38–44.
<http://dx.doi.org/10.31602/dl.v5i1.6468>.
- Pratama, F. I., Aznam, N., & Rohaeti, E. (2023). The study of chemical literacy related to chemical ethics based on local phenomena day-to day: a case of used cooking oil. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(9), 6810–6818.
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i9.3224>
- Pratama, F.I., & Rohaeti, E. (2023). Students' Chemical Literacy Ability on Hydrocarbon Material: A Case of Toxic Compounds in Fried Food. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(9), 6795–6802.
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i9.4554>.
- Pratama, F. I., Rohaeti, E., & Laksono, E. W. (2024). Empirical Foundations for Developing New Learning Models to Improve Chemical Literacy, Scientific Habits of Mind, and Science Process Skills of Chemistry Education Students. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(10), 8062–8069.
<https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i10.8661>
- Purba, M. P. (2019). Tantangan Kualitas Air Sumur dan Dampaknya terhadap Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 10(1), 23-29.
- Shankar, P. R. (2010). Problem-based learning: a review. *Journal of Clinical and Diagnostic* Retrieved from http://www.jcdr.in/article_fulltext.asp?issn=0973-709x&year=2010&volume=&issue=&page=&issn=0973-709x&id=989
- Stasevic, F., Miletic, N., Nikolic, J. D., & Gutman, I. (2023). Do Serbian high school students possess knowledge of basic chemical facts related to real life as prerequisite for chemical literacy? *Journal of Serbian Chemical Society*, 88(3), 343–354.
<https://doi.org/10.2298/JSC211126083S>
- Yang, X. (2023). A historical review of collaborative learning and cooperative learning. *Tech Trends*, 67, 718–728.
<https://doi.org/10.1007/s11528-022-00823-9>

PROFIL PENULIS

Faiz Ihham Pratama merupakan peneliti dalam bidang pendidikan kimia. Fokus penelitian meliputi: literasi kimia, kebiasaan berpikir ilmiah, pengembangan media pembelajaran kimia yang inovatif, dan pengembangan model pembelajaran yang tepat guna. Riwayat pendidikan: S1 Pendidikan Kimia UNY, S2 Pendidikan Kimia UNY, dan S3 Pendidikan Kimia UNY (sedang berjalan).

Eli Rohaeti merupakan peneliti dalam bidang pendidikan kimia dan kimia. Fokus penelitian meliputi: nanopartikel, pengembangan model pembelajaran yang tepat guna, dan pengembangan kimia hijau. Riwayat pendidikan S1 Pendidikan Kimia IKIP Bandung, S2 Kimia ITB, dan S3 Kimia ITB.

Dewita Ariantika, Silvia Dwi Fauzia, Nadila Iin Wulandari, dan Julianne Sharon Pawestri merupakan mahasiswa S1 Pendidikan Kimia UNY.