



PENGUATAN BUDAYA KESELAMATAN LABORATORIUM MELALUI PELATIHAN K3 BAGI SISWA SMA IT INSAN MULIA BOARDING SCHOOL PRINGSEWU

Idra Herlina¹⁾, Cindy Moyna Clara L.A.²⁾, Demi Dama Yanti³⁾, Mariyam⁴⁾, M. Alvien Ghifari⁵⁾,
Ahmad Anggraria Jaya Agung⁶⁾, M Luqmanul Hakim Habibie⁷⁾

¹⁾Kimia, Fakultas Sains, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Indonesia

Email: idraherlina@ki.itera.ac.id

²⁾Kimia, Fakultas Sains, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Indonesia

Email: cindy.moyna@ki.itera.ac.id

³⁾Kimia, Fakultas Sains, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Indonesia

Email: demi.yanti@ki.itera.ac.id

⁴⁾Kimia, Fakultas Sains, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Indonesia

Email: mariyam@ki.itera.ac.id

⁵⁾Kimia, Fakultas Sains, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Indonesia

Email: m.ghifari@ki.itera.ac.id

⁶⁾Kimia, Fakultas Sains, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Indonesia

Email: ahmad.agung@ki.itera.ac.id

⁷⁾Kimia, Fakultas Sains, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Indonesia

Email: m.hakim@staff.itera.ac.id

Abstract

School laboratories are essential for developing science process skills; however, their use must be accompanied by consistent occupational safety and health practices. This community service program aimed to improve students' understanding and awareness of laboratory safety culture at SMA IT Insan Mulia Boarding School Pringsewu. The program involved coordination with the partner school, preparation of training materials and evaluation instruments, and an interactive training session on 14 April 2026. The materials covered basic laboratory safety, the 5R principles, hazard identification, simple risk assessment, and appropriate use of personal protective equipment. Evaluation was conducted descriptively by comparing the mean pre-test and post-test scores and observing participant engagement. The mean score increased from 86.60 to 90.50, representing a 3.90-point or 4.50% improvement. Participants also engaged actively in case discussions and demonstrated a better understanding of safe work behaviour. The school's support in providing the venue, participants, and documentation strengthened implementation. The training offers an initial foundation for integrating safe working habits into routine school laboratory activities.

Keywords: Laboratory safety culture; Occupational safety and health; Training; High school student; Work safety

Abstrak

Laboratorium sekolah merupakan sarana penting untuk mengembangkan keterampilan proses sains, namun pemanfaatannya perlu disertai penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang konsisten. Kegiatan pengabdian ini bertujuan meningkatkan pemahaman dan kesadaran siswa terhadap budaya keselamatan laboratorium di SMA IT Insan Mulia Boarding School Pringsewu. Program dilaksanakan melalui koordinasi dengan mitra, persiapan materi dan instrumen evaluasi, serta pelatihan interaktif pada 14 April 2026. Materi mencakup konsep dasar K3, prinsip 5R, identifikasi bahaya, penilaian risiko sederhana, dan penggunaan alat pelindung diri. Evaluasi dilakukan secara deskriptif melalui perbandingan rata-rata skor pre-test dan post-test serta observasi partisipasi peserta. Hasil menunjukkan rata-rata skor pemahaman meningkat dari 86,60 menjadi 90,50, atau bertambah 3,90 poin (4,50%). Peserta juga aktif dalam diskusi kasus dan menunjukkan pemahaman yang lebih baik terhadap perilaku kerja aman. Dukungan mitra dalam penyediaan tempat, peserta, dan dokumentasi memperkuat keterlaksanaan program. Pelatihan ini menjadi langkah awal untuk mengintegrasikan kebiasaan kerja aman dalam kegiatan praktikum sekolah.

Kata Kunci: Budaya keselamatan; K3 Laboratorium; Pelatihan; Siswa SMA; Keselamatan kerja



PENDAHULUAN

Laboratorium merupakan sarana penting dalam pembelajaran sains karena memberi kesempatan kepada siswa untuk mengamati fenomena, menggunakan peralatan, menguji konsep, dan membangun keterampilan proses secara langsung. Pemanfaatan laboratorium yang efektif mendukung pembelajaran kimia berbasis pengalaman sekaligus memperkuat keterampilan ilmiah peserta didik (Ahdila et al., 2022). Kesiapan siswa untuk melakukan praktikum juga mencakup literasi keselamatan, pemahaman prosedur, dan kemampuan mengambil keputusan ketika menghadapi kondisi kerja yang berubah (Mistry & Gorman, 2020).

Di sisi lain, kegiatan laboratorium memiliki potensi bahaya fisik, kimia, biologis, dan ergonomis. Paparan bahan kimia, penggunaan alat gelas, sumber panas atau listrik, serta kesalahan prosedur dapat memicu insiden apabila tidak diantisipasi dengan baik. Pengelolaan K3 di laboratorium pendidikan perlu mencakup identifikasi bahaya, pengendalian risiko, kesiapan sarana keselamatan, serta pengawasan perilaku kerja aman. Kajian kecelakaan di laboratorium pendidikan juga memperlihatkan bahwa faktor manusia, kondisi lingkungan, dan ketersediaan perlengkapan keselamatan perlu diperhatikan secara bersamaan (Cahyaningrum et al., 2019).

Budaya keselamatan tidak terbentuk hanya melalui ketersediaan APD atau rambu, tetapi melalui pembiasaan sikap dan keputusan aman dalam setiap kegiatan praktikum. Pendidikan keselamatan kimia yang berkelanjutan diperlukan agar keselamatan dipahami sebagai nilai bersama dalam proses belajar, bukan sebagai aturan tambahan yang diingat ketika terjadi masalah (Hill, 2021). Pada laboratorium sekolah, penguatan tersebut relevan untuk meningkatkan pemahaman mengenai bahaya, prosedur, dan tanggung jawab pengguna laboratorium (Mulyah et al., 2025).

SMA IT Insan Mulia Boarding School Pringsewu memiliki komitmen terhadap pembelajaran sains berbasis praktikum. Berdasarkan koordinasi awal dengan pihak sekolah, pemanfaatan laboratorium perlu diiringi dengan penguatan literasi K3, terutama pada pengenalan bahaya, penggunaan APD, aturan kerja aman, dan pengelolaan area kerja. Kebutuhan tersebut dipandang penting karena kebiasaan aman perlu dipersiapkan sebelum siswa terlibat lebih intensif dalam kegiatan praktikum kimia dan IPA.

Pelatihan K3 yang interaktif memberi ruang bagi peserta untuk menghubungkan konsep keselamatan dengan pengalaman nyata di laboratorium. Edukasi melalui pemaparan visual, diskusi kasus, demonstrasi APD, dan evaluasi sederhana telah digunakan untuk mendorong pemahaman dan partisipasi peserta dalam program

keselamatan laboratorium sekolah (Rahmadani et al., 2025; Taofik et al., 2023; Wardhana et al., 2025). Karena itu, pembelajaran yang bersifat partisipatif dipilih agar siswa tidak hanya mengenali simbol atau aturan, tetapi juga dapat menjelaskan tindakan pencegahan yang sesuai.

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dirancang dalam bentuk pelatihan K3 laboratorium bagi siswa SMA IT Insan Mulia Boarding School Pringsewu. Tujuan kegiatan adalah meningkatkan pemahaman dan kesadaran siswa terhadap konsep dasar K3, identifikasi bahaya, aturan kerja aman, penggunaan APD, serta prinsip 5R. Pelatihan diharapkan menjadi langkah awal pembentukan budaya keselamatan laboratorium yang dapat diterapkan secara konsisten pada kegiatan praktikum sekolah.

METODE PELAKSANAAN

Tabel 1. Tahapan Pelaksanaan Kegiatan

Tahap	Waktu	Kegiatan dan Hasil
Koordinasi	12 Maret 2026	Koordinasi mitra dan pengesahan kesediaan mitra.
Persiapan	9-10 April 2026	Penyusunan materi K3, instrumen evaluasi, dan kesiapan teknis.
Pelaksanaan dan evaluasi	14 April 2026	Pelatihan interaktif, diskusi kasus, praktik APD, dan evaluasi.

Kegiatan pengabdian dilaksanakan melalui tiga tahap, yaitu koordinasi dan persiapan, pelaksanaan pelatihan, serta evaluasi. Koordinasi dilakukan bersama pihak sekolah untuk menyepakati sasaran peserta, jadwal, tempat, dan dukungan pelaksanaan. Pada tahap persiapan, tim menyusun bahan tayang yang disesuaikan dengan konteks siswa SMA, menyiapkan instrumen pre-test dan post-test, serta mengatur kebutuhan teknis kegiatan. Rangkaian tahapan kegiatan beserta waktu dan hasil kegiatan secara rinci dapat dilihat pada Tabel 1.

Pelatihan inti dilaksanakan pada 14 April 2026 di lingkungan SMA IT Insan Mulia Boarding School Pringsewu. Materi mencakup konsep dasar K3 laboratorium, penerapan prinsip 5R (ringkas, rapi, resik, rawat, dan rajin), identifikasi bahaya kimia, fisika, dan biologis, penilaian risiko sederhana, serta penggunaan APD yang tepat. Penyampaian dilakukan melalui pemaparan interaktif, contoh visual, diskusi kasus, dan simulasi sederhana agar siswa dapat mengaitkan materi dengan



situasi praktikum. Cakupan materi pelatihan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Cakupan Materi Pelatihan K3 Laboratorium

Komponen materi	Pokok bahasan yang disampaikan	Kompetensi yang diharapkan
Konsep dan manajemen K3	Urgensi K3, tujuan perlindungan keselamatan dan kesehatan kerja, serta pengelolaan sarana, alat, dan bahan laboratorium.	Memahami K3 sebagai bagian dari pengelolaan laboratorium dan kegiatan praktikum.
Bahaya dan rambu K3	Bahaya kimia, fisika, dan biologis; simbol bahan kimia; serta arti warna rambu keselamatan.	Mengenali potensi bahaya, simbol, dan informasi keselamatan sebelum bekerja.
Aturan kerja aman	Larangan makan, minum, berlari, dan mencicipi bahan; penggunaan pipette filler; pelabelan wadah; serta penanganan tumpahan sederhana.	Menerapkan perilaku dasar yang aman dan mencegah paparan bahan kimia.
APD dan 5R	Fungsi jas laboratorium, sarung tangan, kacamata keselamatan, masker, sepatu keselamatan, kotak P3K, APAR, dan penerapan 5R.	Memilih APD yang sesuai dan menjaga area kerja tetap tertib, bersih, dan aman.

Evaluasi dilakukan melalui pre-test sebelum penyampaian materi dan post-test pada akhir sesi. Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan membandingkan rata-rata skor kedua pengukuran dan menghitung peningkatan relatif. Observasi terhadap keterlibatan peserta dalam tanya jawab dan diskusi kasus digunakan sebagai data pendukung untuk menggambarkan respons peserta terhadap pelatihan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pelaksanaan Pelatihan dan Partisipasi Mitra

Pihak sekolah memberikan dukungan sejak tahap awal melalui kesediaan menjadi mitra, penetapan peserta, penyediaan tempat pelaksanaan, dan fasilitasi dokumentasi kegiatan. Dukungan ini penting karena keberhasilan program penguatan keselamatan tidak hanya ditentukan oleh materi pelatihan, tetapi juga oleh kesiapan lingkungan sekolah untuk menindaklanjuti praktik yang diperkenalkan. Pelaksanaan kegiatan berlangsung tertib dan peserta menunjukkan keterlibatan aktif selama pemaparan materi, diskusi kasus, serta sesi tanya jawab.

Pendekatan interaktif digunakan untuk menghindari pelatihan yang hanya bersifat informatif. Contoh bahaya yang dekat dengan pengalaman siswa, seperti bahan tumpah, penggunaan alat gelas, perilaku tidak aman, dan

pemilihan APD, didiskusikan bersama untuk melatih proses identifikasi bahaya. Pendekatan ini sejalan dengan kebutuhan pengelolaan laboratorium sekolah yang tidak hanya menekankan fasilitas, tetapi juga membangun kompetensi dan disiplin pengguna laboratorium (Harefa et al., 2021; Muliya et al., 2025).



Gambar 1. Pelaksanaan pelatihan K3: penyampaian materi (atas) dan dokumentasi bersama siswa dan guru (bawah)

Penyampaian materi selain menekankan definisi K3, juga menghubungkan tanda bahaya dengan tindakan pencegahan yang harus dilakukan siswa. Peserta diajak membedakan simbol bahan kimia, memahami arti warna rambu keselamatan, dan mengidentifikasi perilaku tidak aman seperti makan atau minum di laboratorium, berlari, mencicipi bahan, serta menggunakan pipet secara tidak tepat. Materi APD diperkuat dengan pengenalan fungsi jas laboratorium, sarung tangan, kacamata keselamatan, masker, dan sepatu keselamatan. Kuis pada akhir penyampaian digunakan untuk menegaskan pemahaman peserta mengenai lambang K3, simbol korosif, dan jenis APD yang diperlukan di laboratorium kimia.



4.2 Perubahan Pemahaman K3

Hasil evaluasi menunjukkan adanya peningkatan rata-rata skor pemahaman peserta setelah mengikuti pelatihan (Tabel 3). Rata-rata skor pre-test sebesar 86,60 meningkat menjadi 90,50 pada post-test. Selisih 3,90 poin setara dengan peningkatan relatif 4,50%. Nilai awal yang telah tinggi menunjukkan bahwa siswa telah memiliki pengetahuan dasar tertentu, tetapi pelatihan tetap memperkuat pemahaman mereka, terutama melalui pembahasan simbol bahaya, aturan kerja aman, pemilihan APD, dan perilaku 5R yang dapat diterapkan secara langsung.

Tabel 3. Hasil Evaluasi Pemahaman Peserta

Indikator	Rata-rata skor pemahaman K3
Pre-test	86.60
Post-test	90.50
Perubahan	+3,90 poin (4,50%)

Keterangan: peningkatan relatif dihitung dari selisih rata-rata post-test dan pre-test dibagi rata-rata pre-test.

Kenaikan skor ini perlu dibaca sebagai indikator perubahan pemahaman segera setelah pelatihan, bukan sebagai bukti perubahan perilaku jangka panjang. Namun, respons peserta selama kegiatan memperlihatkan bahwa contoh visual, diskusi situasi tidak aman, dan kuis membantu siswa menghubungkan potensi bahaya dengan tindakan pencegahan. Temuan ini menguatkan laporan sebelumnya bahwa pendidikan K3 pada siswa lebih bermakna ketika dipadukan dengan contoh, praktik, dan refleksi atas kondisi nyata di lingkungan sekolah (Rahmadani et al., 2025; Wardhana et al., 2025).



Gambar 2. Salah satu ilustrasi studi kasus identifikasi bahaya dan perilaku tidak aman di laboratorium yang digunakan dalam sesi diskusi pelatihan K3 (Cambridge English: Movers (A1 Movers))

Salah satu contoh diskusi mengenai identifikasi bahaya di laboratorium dapat dilihat pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2, siswa diminta mengidentifikasi perilaku dan kondisi tidak aman yang terdapat di laboratorium. Selanjutnya, siswa menjelaskan potensi bahaya dari setiap perilaku tersebut serta tindakan pencegahan yang seharusnya dilakukan oleh siswa agar kegiatan praktikum berlangsung aman. Dalam menjawab soal ini, siswa diminta memperhatikan penggunaan alat pelindung diri, cara menangani bahan kimia, kebersihan meja kerja, perilaku selama praktikum, dan keselamatan pengguna lain di sekitarnya.

Pembahasan: Beberapa siswa belum menggunakan APD secara lengkap, terutama kacamata keselamatan dan jas laboratorium. Kondisi tersebut meningkatkan risiko cedera apabila terjadi percikan bahan kimia, pecahan alat gelas, atau kontak langsung dengan zat yang digunakan. Rambut panjang yang dibiarkan terurai juga merupakan kondisi tidak aman karena dapat terkena bahan kimia atau terbakar apabila berada di dekat sumber panas. Oleh karena itu, sebelum praktikum siswa perlu menggunakan APD yang sesuai, mengikat rambut panjang, memakai pakaian yang aman, serta memahami fungsi setiap perlengkapan keselamatan.

Pembahasan: Kondisi meja kerja pada gambar juga perlu menjadi perhatian karena terdapat alat, buku, dan bahan yang diletakkan berdekatan sehingga berpotensi menimbulkan tumpahan, alat jatuh, atau kesalahan penggunaan bahan. Siswa juga perlu berhati-hati saat membawa wadah bahan kimia dan tidak berjalan sambil bermain atau mengganggu teman. Penerapan prinsip 5R-ringkas, rapi, resik, rawat, dan rajin-dapat membantu menjaga area laboratorium tetap tertib dan aman. Melalui analisis gambar ini, siswa diharapkan mampu mengidentifikasi sumber bahaya, menilai risiko sederhana, serta menentukan tindakan pencegahan yang tepat sebelum dan selama praktikum.



Gambar 3. Penerapan 5R (ringkas, rapi, resik, rawat, dan rajin) di tempat kerja. Sumber: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2019).



Setelah siswa mengidentifikasi perilaku dan kondisi tidak aman pada gambar laboratorium, kegiatan dilanjutkan dengan pengenalan infografik 5R (Gambar 3) sebagai upaya pengendalian risiko yang sederhana dan mudah diterapkan. Temuan siswa, seperti meja kerja yang penuh, alat dan buku yang bercampur, serta potensi tumpahan bahan, kemudian dikaitkan dengan prinsip *ringkas*, *rapi*, dan *resik*. Siswa diarahkan untuk memahami bahwa barang yang tidak diperlukan harus disingkirkan dari area praktikum, alat dan bahan harus ditempatkan sesuai fungsinya, serta meja kerja perlu dibersihkan sebelum dan setelah kegiatan. Dengan pendekatan ini, siswa tidak hanya mampu menyebutkan sumber bahaya, tetapi juga dapat menentukan tindakan pencegahan yang relevan.

Prinsip *rawat* dan *rajin* selanjutnya ditekankan untuk membangun kebiasaan K3 yang berkelanjutan. *Rawat* diterapkan melalui pemeriksaan kondisi alat praktikum, penggunaan APD yang layak, serta pemeliharaan fasilitas keselamatan; sedangkan *rajin* diwujudkan melalui kepatuhan terhadap tata tertib, pengelolaan limbah yang benar, dan pengembalian alat ke tempat semula. Oleh karena itu, penggunaan gambar identifikasi bahaya yang diikuti dengan infografik 5R dalam kegiatan pengabdian ini membantu siswa memahami alur yang utuh, yaitu mengenali bahaya, menilai risiko secara sederhana, dan menerapkan langkah pengendalian untuk menciptakan laboratorium yang aman, tertib, dan produktif (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2019).

4.3 Makna Capaian Pembelajaran

Peningkatan skor pada evaluasi akhir tidak semata-mata menunjukkan kemampuan mengingat istilah K3, tetapi juga mencerminkan penguatan hubungan antara konsep dan tindakan. Materi tentang simbol, rambu, APD, dan aturan kerja aman disampaikan sebagai satu rangkaian: siswa terlebih dahulu mengenali sumber bahaya, kemudian menentukan perilaku pencegahan yang sesuai. Pendekatan semacam ini penting karena pemahaman keselamatan yang dapat diterapkan menuntut kemampuan untuk membaca situasi, bukan hanya menyebutkan peralatan keselamatan. Hasil ini menjadi dasar bagi sekolah untuk melanjutkan penguatan K3 melalui pengingat rutin sebelum praktikum.

4.4 Relevansi Materi bagi Praktikum Sekolah

Cakupan materi pelatihan dirancang dekat dengan aktivitas praktikum tingkat SMA. Bahaya kimia, fisika, dan biologis dibahas bersama dengan aspek yang dapat diamati siswa, seperti pelabelan bahan, kerapian meja kerja, penggunaan alat gelas, dan kesiapan APD. Integrasi prinsip 5R juga memberikan penekanan bahwa keselamatan berkaitan dengan kondisi area kerja yang tertib dan mudah

dikendalikan. Pendekatan ini relevan dengan pandangan bahwa keselamatan laboratorium perlu didukung oleh pengelolaan lingkungan, prosedur, dan perilaku pengguna secara terpadu (Cahyaningrum et al., 2019; Mulyah et al., 2025).

4.5 Keterbatasan dan Keberlanjutan Program

Evaluasi dalam kegiatan ini dilakukan segera setelah sesi pelatihan sehingga belum dapat menggambarkan konsistensi penerapan perilaku aman dalam jangka panjang. Selain itu, evaluasi yang tersedia berupa perbandingan rata-rata pre-test dan post-test, sehingga perubahan pada setiap indikator materi belum dapat dipisahkan secara rinci. Untuk menindaklanjuti capaian awal, sekolah dapat menerapkan pengingat K3 sebelum praktikum, menempatkan poster APD dan rambu keselamatan pada area yang mudah terlihat, serta menggunakan daftar periksa sederhana untuk kondisi meja kerja, kelengkapan APD, pelabelan bahan, dan prosedur setelah praktikum.

Keberlanjutan juga dapat diperkuat melalui pengulangan kuis singkat pada awal semester dan pelibatan guru dalam memantau penerapan aturan kerja aman. Media visual dapat digunakan sebagai pengingat yang konsisten, sedangkan materi digital atau visual yang terstruktur dapat mendukung pengalaman belajar keselamatan secara lebih menarik (Girmay et al., 2024). Dengan demikian, pelatihan ini dapat berkembang dari kegiatan edukasi awal menjadi kebiasaan keselamatan yang menyatu dengan praktik pembelajaran sains di sekolah.

KESIMPULAN

Pelatihan K3 laboratorium di SMA IT Insan Mulia Boarding School Pringsewu telah dilaksanakan melalui tahap koordinasi, persiapan, pelatihan interaktif, dan evaluasi. Kegiatan memperkuat pemahaman siswa mengenai konsep dan manajemen K3, identifikasi bahaya, rambu keselamatan, aturan kerja aman, penggunaan APD, serta prinsip 5R. Rata-rata skor pemahaman meningkat dari 86,60 pada pre-test menjadi 90,50 pada post-test, dengan peningkatan relatif 4,50%. Capaian ini menunjukkan bahwa materi yang dikaitkan dengan contoh praktikum dapat membantu memperkuat pemahaman segera setelah kegiatan. Keberlanjutan program perlu didukung melalui pengingat K3 sebelum praktikum, ketersediaan APD dan rambu yang memadai, serta daftar periksa keselamatan yang digunakan secara rutin.

Ucapan Terima Kasih

Tim pelaksana mengucapkan terima kasih kepada SMA IT Insan Mulia Boarding School Pringsewu atas kerja sama, dukungan fasilitas, serta partisipasi siswa dan guru



selama pelaksanaan kegiatan. Terima kasih juga disampaikan kepada Program Studi Kimia, Fakultas Sains, Institut Teknologi Sumatera atas dukungan terhadap pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahdila, A. I., Masykuri, M., & Hastuti, B. (2022). Efektivitas pemanfaatan laboratorium dalam pembelajaran kimia di SMA Negeri 2 Boyolali. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 11(2), 205–210. <https://doi.org/10.20961/jpkim.v11i2.63552>
- Cahyaningrum, D. (2020). Program keselamatan dan kesehatan kerja di laboratorium pendidikan. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 2(1), 35–40. <https://doi.org/10.14710/jplp.2.1.35-40>
- Cahyaningrum, D., Muktiana Sari, H. T., & Iswandari, D. (2019). Faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian kecelakaan kerja di laboratorium pendidikan. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 1(2), 41–47. <https://doi.org/10.14710/jplp.1.2.41-47>
- Girmay, S., Yliniemi, K., Nieminen, M., Linnera, J., & Karttunen, A. J. (2024). Enhancing 360° virtual laboratory safety training with linear learning pathway design: Insights from student experiences. *Education for Chemical Engineers*, 47, 12–21. <https://doi.org/10.1016/j.ece.2024.02.002>
- Hill, R. H., Jr. (2021). Building strong cultures with chemical safety education. *Journal of Chemical Education*, 98(1), 113–117. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00089>
- Mistry, N., & Gorman, S. G. (2020). What laboratory skills do students think they possess at the start of university? *Chemistry Education Research and Practice*, 21(3), 823–838. <https://doi.org/10.1039/C9RP00104B>
- Muliyah, E., Avriliaputri, Z. A., Ul-Husna, A. N., Salsabila, G., & Putri Marhali, A. Z. (2025). Analisis kesehatan dan keselamatan kerja di laboratorium biologi SMAN X Jakarta. *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, 4(3), 253–264. <https://doi.org/10.55123/insologi.v4i3.3934>
- Rahmadani, N. S. P., Deviyanti, A. Y., Mas'um, C. C., Hardianty, & Sari, S. N. (2025). Pengenalan budaya keselamatan dan kesehatan kerja di laboratorium sekolah menengah atas melalui edukasi. *Compromise Journal: Community Professional Service Journal*, 3(3), 36–42. <https://doi.org/10.57213/compromisejournal.v3i3.83>
- Taofik, D. B. I., Mulyaningsih, S., Susila, A. A. R., & Sidiq, P. (2023). Peningkatan keselamatan kerja di laboratorium IPA melalui pelatihan penggunaan alat dan praktikum alat sederhana. *BADRANAYA: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 1(2), 39–45. <https://doi.org/10.31980/badranaya.v1i2.3161>
- Wardhana, A. T., Puspa, D., Septiana, I. R., Mujiyanti, A., Wijayanti, M., & Oktriyanti, M. (2025). Smart lab safety: Budaya kesehatan dan keselamatan kerja (K3) sejak dini dalam pembelajaran kimia di SMA. *Jurnal Pengabdian Kolaborasi dan Inovasi IPTEKS*, 3(6), 1482–1490. <https://doi.org/10.59407/jpki2.v3i6.3376>