

Peningkatan Kompetensi Guru SMA dalam Revitalisasi Praktikum Sains melalui Workshop dan Repraktik di Kabupaten Tasikmalaya

Dani Ramdani^{1*}, Liah Badriah², Dea Diella³ Mufti Ali⁴, Dita Agustian⁵, Esta Rendra Rs⁶

¹⁻⁶ Universitas Siliwangi, Tasikmalaya, Indonesia

*e-mail korespondensi: daniramdani@unsil.ac.id

Abstract

This community service activity aims to improve the competence of high school teachers in designing and implementing science practicum through a workshop and re practicum-based practicum revitalization program in Tasikmalaya Regency. The main problems faced by teachers are the limitations of practicum management, the lack of variety of contextual modules, and the low intensity of laboratory activities. The program will be implemented in 2025 with a gradual method including socialization, training, practicum module trials, mentoring, and continuous evaluation. The workshop focused on the preparation of curriculum-integrated practicum planning, the development of STEM-based practicum modules and inquiry, as well as training in simple laboratory skills such as making incision preparations, bacterial staining, chromatography, and digital documentation. Next, the teacher conducts re practice to test the modules and adjust them to the conditions of the school. The results of the activity showed an increase in teachers' ability to compile contextual modules, carry out cost-effective practicums, and document activities with digital technology. The evaluation also revealed an increase in teacher motivation and student participation in the practicum. This program concludes that workshops and re practices are effective in improving teachers' professional competence, building a systematic practicum culture, and supporting the implementation of the Independent Curriculum in partner schools.

Keywords: *Biology; Competency Improvement; Revitalization of Practical Work; Workshop; Practice*

Abstrak

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk meningkatkan kompetensi guru SMA dalam merancang dan melaksanakan praktikum sains melalui program revitalisasi praktikum berbasis workshop dan repraktik di Kabupaten Tasikmalaya. Permasalahan utama yang dihadapi guru adalah keterbatasan manajemen praktikum, minimnya variasi modul kontekstual, serta rendahnya intensitas kegiatan laboratorium. Program dilaksanakan pada tahun 2025 dengan metode bertahap meliputi sosialisasi, pelatihan, ujicoba modul praktikum, pendampingan, serta evaluasi berkelanjutan. Workshop difokuskan pada penyusunan perencanaan praktikum terintegrasi kurikulum, pengembangan modul praktikum berbasis STEM dan inkuiri, serta pelatihan keterampilan laboratorium sederhana seperti pembuatan preparat sayatan, pewarnaan bakteri, kromatografi, hingga dokumentasi digital. Selanjutnya, guru melakukan repraktik untuk menguji modul dan menyesuaikannya dengan kondisi sekolah. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan kemampuan guru dalam menyusun modul kontekstual, melaksanakan praktikum hemat biaya, serta mendokumentasikan kegiatan dengan teknologi digital. Evaluasi juga mengungkapkan peningkatan motivasi guru dan partisipasi siswa dalam praktikum. Simpulan dari program ini adalah bahwa workshop dan repraktik efektif meningkatkan kompetensi profesional guru, membangun budaya praktikum yang sistematis, serta mendukung penerapan Kurikulum Merdeka di sekolah mitra.

Kata Kunci: Biologi; Peningkatan Kompetensi; Revitalisasi Praktikum; Workshop; Repraktik

Accepted: 2025-12-03

Published: 2026-01-10

PENDAHULUAN

Praktikum merupakan inti dari "belajar melalui pengalaman" (Candra & Hidayati, 2020) dalam sains (W. A. Putri et al., 2022); menjembatani domain objek nyata reaksi kimia (Raini, 2020), struktur sel (R. K. Putri, 2021), gerak bandul (Widya, 2019) dengan domain ide abstrak yang dibahas di kelas (Utami et al., 2020). Sejumlah kajian internasional menegaskan bahwa keterlibatan langsung di laboratorium meningkatkan pemahaman konsep (Arista & Kuswanto, 2018; Rivera-Reyes et al., 2017), keterampilan proses sains (Gunawan et al., 2019; Widiyawati & Sari, 2019)(9–11), komunikasi ilmiah (Fatmaryanti et al., 2022; Malik & Ubaidillah, 2021; Malik* &

Ubaidillah, 2021), hingga motivasi siswa (Henrique-Sanches et al., 2023; Snětinová et al., 2018) . Sebuah studi kuasi eksperimen oleh Wijaya, (2023) memperlihatkan skor capaian kelompok yang mendapat praktikum intensif secara signifikan lebih tinggi daripada kelompok yang diajar secara ceramah, menegaskan peran praktikum dalam membangun prestasi sains siswa.

Hasil analisis pendahuluan situasi SMA di Kabupaten Tasikmalaya, kegiatan praktikum kerap tersisih oleh keterbatasan fasilitas, bahan, waktu, serta rendahnya kompetensi laboran dan guru. Studi lapangan di SMP Negeri 3 Purwantoro Kabupaten Wonogiri tahun 2023 (Riyanto & Susanti, 2023) merefleksikan kondisi umum sekolah menengah yang menunjukkan 57% guru hanya melaksanakan satu praktikum per semester, jauh di bawah standar minimal enam praktikum per tahun; kendala utama meliputi kurangnya pelatihan laboratorium, alat dan bahan terbatas, serta beban administrasi guru yang tinggi.

Frekuensi praktikum yang rendah berdampak langsung pada beragam aspek kualitas pembelajaran. Tanpa pengalaman investigatif, siswa cenderung pasif, kurang termotivasi, dan menunjukkan keterampilan berpikir kritis serta hasil belajar yang lebih rendah daripada rekan mereka yang rutin berpraktikum. Bukti empirik Setianingsih, (2023) mengungkap perbedaan signifikan prestasi antara kelas dengan praktikum intensif dan kelas yang hanya mendengar ceramah. Data lapangan SMP Negeri 3 Purwantoro Kabupaten Wonogiri memperlihatkan korelasi positif antara jumlah praktikum dan capaian siswa (Riyanto et al., 2023). Minimnya praktikum juga menghambat guru mempraktikkan pendekatan inkuiri yang dituntut Kurikulum Merdeka, sehingga tujuan menumbuhkan literasi sains keterampilan memecahkan masalah, berargumentasi berbasis bukti, dan membuat keputusan sadar sains menjadi sulit tercapai

Sebagian besar guru memiliki latar belakang akademik yang memadai, namun tidak seluruhnya mendapatkan pelatihan atau pembinaan berkelanjutan terkait keterampilan keprofesional berkelanjutan (Wijaya, 2023). Dalam implementasi Kurikulum Merdeka yang menekankan pembelajaran berbasis proyek dan inkuiri, guru dituntut untuk tidak hanya menyampaikan konsep tetapi juga mampu memfasilitasi pengalaman praktis siswa. Sayangnya, hasil survei pendahuluan yang dilakukan secara internal kepada MGMP Biologi Kabupaten Tasikmalaya tahun menunjukkan bahwa lebih dari 60% guru mengaku belum percaya diri dalam merancang dan memandu praktikum yang sesuai dengan capaian pembelajaran. Hal ini menunjukkan adanya kebutuhan nyata untuk memperkuat kompetensi guru dalam merancang, melaksanakan, serta merefleksikan kegiatan praktikum yang aman, efektif, dan bermakna.

Kabupaten Tasikmalaya memiliki potensi besar dalam pengembangan mutu pendidikan, dengan jumlah SMA yang tersebar luas dan komunitas guru yang aktif dalam MGMP. Namun demikian, keberagaman geografis serta disparitas fasilitas laboratorium antar sekolah menjadikan wilayah ini sebagai lokasi yang tepat untuk kegiatan pengabdian yang berfokus pada penguatan kemampuan guru. Antusiasme tinggi dari para guru, terutama yang tergabung dalam kelompok kerja dan komunitas belajar, mencerminkan kesiapan mereka untuk mengikuti program peningkatan kapasitas. Dengan dukungan Dinas Pendidikan dan sekolah-sekolah mitra, kegiatan ini diharapkan menjadi solusi kolaboratif yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik daerah.

Revitalisasi praktikum bukan sekadar mengulang kegiatan laboratorium konvensional, melainkan merupakan strategi pembaruan pembelajaran berbasis pengalaman dan pemecahan masalah. Kegiatan ini bertujuan untuk menjadikan praktikum sebagai jantung pembelajaran sains yang reflektif, terarah, dan relevan dengan isu-isu lokal maupun global. Revitalisasi dilakukan dengan merancang ulang desain praktikum agar lebih hemat bahan, mudah diadaptasi, dan sesuai dengan konteks sekolah. Dengan cara ini, keterbatasan sumber daya tidak lagi menjadi penghambat utama. Guru yang terlibat akan dibekali pemahaman pedagogi dan teknis sehingga dapat mengintegrasikan praktikum ke dalam pembelajaran reguler sebagai bagian dari pembelajaran yang aktif dan bermakna.

Workshop merupakan strategi yang efektif untuk meningkatkan kapasitas profesional guru secara sistematis dan kolaboratif (Sinaga & Sitorus, 2019). Melalui kegiatan ini, guru tidak hanya memperoleh materi teoritis, tetapi juga dilatih langsung dalam merancang dan mempraktikkan model praktikum yang kontekstual dan aplikatif (Agus et al., 2022). Dalam konteks pengabdian ini, workshop dirancang berbasis kebutuhan guru di lapangan, melibatkan pendekatan lesson study dan refleksi berkelanjutan. Kegiatan ini menjadi wadah bertukar pengalaman, menyusun modul praktikum sederhana, serta membangun komunitas belajar guru yang saling mendukung dalam implementasi hasil pelatihan di sekolah masing-masing. Dengan workshop yang bersifat partisipatif, guru didorong menjadi inovator pembelajaran, bukan sekadar pelaksana kurikulum.

Repraktik merupakan pendekatan tindak lanjut setelah workshop, di mana guru mempraktikkan langsung rancangan praktikum yang telah dikembangkan dalam setting nyata (Istikomah & Arsini, 2023). Kegiatan ini memungkinkan guru mengevaluasi dan menyempurnakan skenario praktikum berdasarkan konteks kelasnya masing-masing. Dengan melibatkan repraktik, proses belajar guru tidak berhenti pada pelatihan, melainkan berlanjut ke penguatan keterampilan melalui praktik reflektif. Model ini dinilai lebih efektif dalam menginternalisasi perubahan perilaku profesional guru dibandingkan pelatihan satu arah. Selain itu, repraktik juga menjadi media untuk mendokumentasikan model praktikum unggulan yang dapat direplikasi oleh sekolah lain.

Revitalisasi praktikum melalui workshop dan repraktik merupakan wujud konkret pengembangan keprofesian berkelanjutan (Firdaus et al., 2022) (*continuous professional development*) yang relevan dengan tantangan pembelajaran abad ke-21. Program ini tidak hanya meningkatkan keterampilan teknis guru dalam laboratorium, tetapi juga menumbuhkan sikap reflektif, kolaboratif, dan inovatif. Di tengah dinamika kurikulum yang terus berkembang, kegiatan ini menjadi upaya strategis untuk menjembatani kesenjangan antara kebijakan dan praktik lapangan. Oleh karena itu, kegiatan pengabdian ini tidak hanya menjawab kebutuhan lokal, tetapi juga memberi kontribusi nasional dalam peningkatan mutu pendidikan sains di Indonesia.

METODE

Program pengabdian dilaksanakan pada tahun 2024 dengan melibatkan guru biologi SMA di Kabupaten Tasikmalaya sebagai mitra utama. Metode pelaksanaan dirancang secara bertahap agar mampu menjawab permasalahan mitra secara sistematis, meliputi:

1. **Sosialisasi** – pengenalan program, pengumpulan data awal, dan komitmen partisipasi guru.
2. **Workshop/Pelatihan** – meliputi penyusunan perencanaan praktikum, pengembangan modul kontekstual hemat biaya, teknik dokumentasi, serta pelatihan keterampilan laboratorium sederhana (sayatan jaringan, pewarnaan bakteri, apusan darah, kromatografi).
3. **Repraktik** – guru menguji modul yang dikembangkan dengan bimbingan tim pengabdian dan menyesuaikan prosedur dengan kondisi sekolah.
4. **Pendampingan dan Evaluasi** – kunjungan ke sekolah mitra, diskusi daring, serta refleksi bersama menggunakan instrumen observasi dan kuesioner.
5. **Keberlanjutan Program** – pembentukan komunitas belajar guru, repositori digital modul, serta rencana pelatihan lanjutan.

Metode ini menekankan partisipasi aktif mitra pada setiap tahap kegiatan sehingga guru tidak hanya menjadi penerima manfaat, tetapi juga aktor utama dalam membangun budaya praktikum yang berkelanjutan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan kegiatan pengabdian ini dilakukan melalui beberapa langkah sistematis. Tahap pertama adalah sosialisasi, yaitu penyampaian informasi mengenai urgensi revitalisasi praktikum sains kepada guru mitra, pengelola sekolah, dan anggota MGMP. Pada tahap ini, tim pengabdian juga melakukan pengumpulan data awal untuk mengetahui kondisi laboratorium, intensitas praktikum, serta kendala yang dihadapi guru dalam melaksanakan pembelajaran berbasis laboratorium.

Tahap kedua adalah workshop/pelatihan yang dilaksanakan secara intensif dengan fokus pada peningkatan kompetensi guru dalam beberapa aspek. Guru dibekali kemampuan menyusun perencanaan praktikum yang terintegrasi dengan kurikulum, mengembangkan modul kontekstual hemat biaya berbasis inkuiri dan STEM, serta dilatih keterampilan teknis laboratorium sederhana seperti pembuatan preparat sayatan, pewarnaan bakteri, apusan darah, dan kromatografi kertas (**Gambar 1**). Selain itu, guru juga dilatih menggunakan teknologi digital untuk mendokumentasikan dan membagikan hasil praktikum.



Gambar 1. Workshop pembuatan modul praktikum berbasis inkuiri STEM

Langkah berikutnya adalah repraktik (**Gambar 2**), di mana guru menguji modul praktikum yang telah disusun melalui praktik langsung di laboratorium (**Gambar 3**). Tahap ini memungkinkan guru melakukan refleksi, menyempurnakan prosedur, dan menyesuaikan langkah kerja dengan kondisi nyata di sekolah masing-masing. Selanjutnya, pada tahap pendampingan dan evaluasi, tim pengabdian mendampingi guru melalui kunjungan ke sekolah, forum diskusi daring, serta memberikan umpan balik terkait implementasi praktikum. Evaluasi dilakukan dengan menggunakan instrumen observasi, wawancara, dan analisis hasil pretes–postes.



Gambar 2. Guru melakukan repraktik



Gambar 3. Guru melakukan pengujian modul praktikum

Tahap terakhir adalah keberlanjutan program, di mana dibentuk komunitas belajar guru biologi sebagai wadah berbagi pengalaman dan inovasi praktikum. Tim juga menyiapkan repositori digital berisi modul praktikum kontekstual dan panduan manajemen praktikum agar dapat dimanfaatkan secara berkelanjutan oleh sekolah mitra. Dengan tahapan yang runtut ini, program pengabdian tidak hanya menjawab kebutuhan jangka pendek, tetapi juga memberi landasan kuat bagi keberlanjutan budaya praktikum sains di sekolah.

Hasil evaluasi menggunakan instrumen pretes dan postes terhadap 20 guru peserta menunjukkan adanya peningkatan kompetensi yang konsisten. Rata-rata skor pretes berada pada rerata 2.48, sedangkan rata-rata skor postes 4.29. Hasil peningkatan tersebut dapat dilihat lebih jelas pada **Table 1**.

Table 1. Rerata hasil pretes dan postes

Tahap	Mean	Standar Deviasi	Minimum	Maksimum
Pretes	2.84	1.29	1	5
Postes	4.29	0.82	2	5

Analisis deskriptif memperlihatkan bahwa kompetensi guru mengalami peningkatan setelah mengikuti workshop dan reopraktik. Rata-rata skor pretes sebesar 2,84 menunjukkan kompetensi berada pada kategori rendah–sedang, dengan variasi yang cukup besar ($SD = 1,29$). Setelah pelatihan, rata-rata meningkat menjadi 4,29 (kategori baik) dengan variasi yang lebih kecil ($SD = 0,82$). Nilai minimum juga naik dari 1 menjadi 2, sedangkan nilai maksimum tetap berada pada angka 5. Temuan ini mengindikasikan bahwa intervensi yang diberikan tidak hanya meningkatkan capaian kompetensi guru secara umum, tetapi juga membuat sebaran kemampuan lebih merata, sehingga perbedaan antar individu semakin berkurang. Selanjutnya untuk data peningkatan berdasarkan indikator dapat dilihat pada **Table 2**.

Hasil analisis rata-rata skor pretes dan postes pada setiap indikator kompetensi guru menunjukkan adanya peningkatan yang konsisten setelah pelaksanaan workshop dan reopraktik. Pada tahap pretes, nilai rata-rata masih berada pada kisaran rendah hingga sedang, dengan skor antara 2,40 sampai 3,30. Indikator dengan skor terendah adalah penggunaan teknologi digital (2,40) dan dokumentasi digital (2,45), yang mencerminkan masih rendahnya pemanfaatan teknologi serta kemampuan guru dalam melakukan dokumentasi berbasis digital sebelum pelatihan. Sementara itu, indikator kepercayaan diri praktikum (3,30) dan motivasi praktikum rutin (3,20) menempati posisi tertinggi dalam pretes, menandakan sebagian guru sudah memiliki dorongan dan keyakinan untuk melaksanakan praktikum meskipun keterampilan teknis dan perencanaan masih terbatas.

Tabel 2. Rerata hasil pretes dan postes berdasarkan indikator

Indikator Kompetensi	Mean Pretes	SD Pretes	Mean Postes	SD Postes
Perencanaan Praktikum	2,8	1,51	4,3	0,8
Pemahaman Inkuiri vs Cookbook	3,05	1,43	4,55	0,69
Pengembangan Modul Kontekstual	3,1	1,45	4,15	0,88
Langkah Kerja Kromatografi	3,05	1,28	4,2	0,77
Keterampilan Teknis Laboratorium	3,2	1,44	4,35	0,81
Dokumentasi Digital	2,45	1,36	4,2	0,83
Penggunaan Teknologi Digital	2,4	1,27	4,05	0,94
Motivasi Praktikum Rutin	3,2	0,95	4,4	0,75
Kepercayaan Diri Praktikum	3,3	1,08	4,5	0,69

Setelah intervensi melalui workshop dan reopraktik, rata-rata skor postes meningkat signifikan pada semua indikator, berkisar antara 4,05 hingga 4,55. Peningkatan paling menonjol terlihat pada indikator dokumentasi digital (dari 2,45 menjadi 4,20) dan penggunaan teknologi digital (dari 2,40 menjadi 4,05), yang menunjukkan keberhasilan pelatihan dalam membekali guru dengan keterampilan digital untuk menunjang praktikum sains. Selain itu, indikator pemahaman inkuiri vs cookbook (4,55) dan kepercayaan diri praktikum (4,50) menjadi capaian tertinggi pada postes, menandakan guru semakin mampu membedakan pendekatan praktikum berbasis inkuiri dengan metode tradisional, serta merasa lebih yakin dalam melaksanakan kegiatan laboratorium. Secara keseluruhan, hasil ini mengindikasikan bahwa workshop dan reopraktik efektif dalam meningkatkan berbagai aspek kompetensi guru baik pada ranah perencanaan, pelaksanaan, maupun integrasi teknologi digital dalam praktikum sains,

Peningkatan skor rata-rata pada semua indikator kompetensi guru setelah workshop dan reopraktik sejalan dengan teori pembelajaran orang dewasa (*andragogi*) yang dikemukakan oleh Knowles, (1978), di mana guru sebagai pembelajar membutuhkan pengalaman langsung (*experiential learning*) untuk menginternalisasi pengetahuan dan keterampilan baru. Dalam konteks ini, reopraktik berfungsi sebagai sarana pembelajaran aktif yang memungkinkan guru memperkuat konsep teoretis yang diperoleh dari workshop melalui kegiatan praktik nyata. Hal ini juga didukung oleh temuan Joyce & Showers, (2002) yang menyatakan bahwa pelatihan yang melibatkan praktik langsung mampu meningkatkan transfer keterampilan ke dalam konteks kerja secara signifikan.

Selain itu, hasil penelitian ini selaras dengan studi serupa oleh Mahtari et al., (2021) yang menunjukkan bahwa pelatihan berbasis *hands-on activity* efektif dalam meningkatkan kemampuan guru dalam merancang dan melaksanakan praktikum sains. Peningkatan yang signifikan pada indikator dokumentasi digital dan penggunaan teknologi juga memperlihatkan relevansi dengan tuntutan pembelajaran abad ke-21, di mana guru dituntut mengintegrasikan keterampilan digital ke dalam kegiatan pembelajaran (Trilling & Fadel, 2009), Dengan demikian, workshop dan reopraktik yang dilakukan tidak hanya meningkatkan kompetensi dasar guru dalam praktikum, tetapi juga menyiapkan mereka untuk menghadapi tantangan pembelajaran berbasis teknologi di era digital.

Hasil pengabdian menunjukkan adanya peningkatan signifikan pada kompetensi guru setelah mengikuti workshop dan reopraktik, Peningkatan tertinggi terjadi pada aspek pemanfaatan teknologi digital, yang selaras dengan pandangan Hendrawan et al., (2023) bahwa penggunaan media digital sangat penting dalam dokumentasi dan komunikasi ilmiah di laboratorium. Temuan ini

menguatkan bahwa integrasi teknologi merupakan keterampilan baru yang mendukung pembelajaran abad ke-21.

Selain itu, penguatan keterampilan guru dalam mengembangkan modul kontekstual memungkinkan pelaksanaan praktikum tetap berjalan meski sarana laboratorium terbatas, Hal ini sejalan dengan Setianingsih, (2023) yang menyatakan bahwa praktikum berbasis pengalaman langsung meningkatkan partisipasi, motivasi, dan prestasi siswa. Workshop yang bersifat kolaboratif juga berkontribusi pada tumbuhnya budaya refleksi dan inovasi guru, sebagaimana ditegaskan oleh Alfiandra et al., (2024). Dengan demikian, program pengabdian ini tidak hanya berkontribusi pada peningkatan keterampilan teknis guru, tetapi juga memperkuat sikap profesionalisme, kolaborasi, dan kesiapan menghadapi tuntutan Kurikulum Merdeka.

KESIMPULAN

Program pengabdian melalui workshop dan reopraktik berhasil meningkatkan kompetensi guru SMA di Kabupaten Tasikmalaya dalam merancang dan melaksanakan praktikum sains, Evaluasi menunjukkan adanya peningkatan rata-rata skor pretes dan postes pada seluruh aspek kompetensi, dengan capaian tertinggi pada keterampilan penggunaan teknologi digital dan pengembangan modul kontekstual. Agar dampak program berkelanjutan, disarankan untuk memperluas kegiatan ke sekolah lain dengan dukungan MGMP, sekolah, dan dinas pendidikan. Pengembangan repositori digital berisi modul praktikum kontekstual, video tutorial, dan dokumentasi hasil praktik perlu ditingkatkan agar dapat diakses lebih luas. Penelitian lanjutan juga penting dilakukan untuk menilai dampak peningkatan kompetensi guru terhadap keterampilan berpikir kritis dan hasil belajar siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, F., Putra, G. M., Kamil, Z. A., Arifin, I., & Gifari, O. I. (2022). Peningkatan Kemampuan Analisis Statistik Kuantitatif Pada Riset Eksperimen Dengan Metode Workshop. *PLAKAT: Jurnal Pelayanan Kepada Masyarakat*, 4(2). <https://doi.org/10.30872/plakat.v4i2.8954>
- Alfiandra, Alfaraby, F., Apriliani, T., Maimunah, Rianti, W., & Nopianur, Y. A. (2024). Workshop Pemanfaatan Media Canva Sebagai Inovasi Pembelajaran Guru di SMP Negeri 1 Indralaya. *Jurnal Pengabdian West Science*, 3(01). <https://doi.org/10.58812/jpws.v3i01.402>
- Arista, F. S., & Kuswanto, H. (2018). Virtual physics laboratory application based on the android smartphone to improve learning independence and conceptual understanding. *International Journal of Instruction*, 11(1). <https://doi.org/10.12973/iji.2018.1111a>
- Candra, R., & Hidayati, D. (2020). Penerapan Praktikum dalam Meningkatkan Keterampilan Proses dan Kerja Peserta Didik di Laboratorium IPA. *EduGama: Jurnal Kependidikan Dan Sosial Keagamaan*, 6(1). <https://doi.org/10.32923/edugama.v6i1.1289>
- Fatmaryanti, S. D., Pratiwi, U., Akhdinirwanto, R. W., & Sulisworo, D. (2022). A task model for supporting virtual laboratory based on inquiry skills, social and scientific communication. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 11(1). <https://doi.org/10.11591/ijere.v11i1.21737>
- Firdaus, Z., Izza, J. N., Aruna, A., Novaldi, Moch. D., & Setiawan, D. (2022). Pengembangan mikroskop online interaktif pada materi biologi sel guna revitalisasi pembelajaran praktikum daring. *JINoP (Jurnal Inovasi Pembelajaran)*, 8(1). <https://doi.org/10.22219/jinop.v8i1.18997>
- Gunawan, Harjono, A., Hermansyah, & Herayanti, L. (2019). Guided inquiry model through virtual laboratory to enhance students' science process skills on heat concept. *Cakrawala Pendidikan*, 38(2). <https://doi.org/10.21831/cp.v38i2.23345>

- Hendrawan, J., Nurfaika, S., Rahmadayanti, N., Ramadhani, Z., Setiyawan, R., & Sulaeman, N. F. (2023). Pengelolaan Laboratorium Fisika Sma Di Kota Samarinda Pada Era Digital. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 11(4). <https://doi.org/10.19184/jpf.v11i4.36384>
- Henrique-Sanches, B. C., Sabage, L., de Oliveira Costa, R. R., Dos Santos Almeida, R. G., Moron, R. A., & Mazzo, A. (2023). Implications of practical activities in the Skills and Simulation Laboratory on students' motivation and feelings. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 31. <https://doi.org/10.1590/1518-8345.6397.3903>
- Istikomah, I., & Arsini, A. (2023). Pelatihan Praktikum Fisika Bermuatan Unity of Science Berbasis Aplikasi PhET Simulations. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 8(3). <https://doi.org/10.30653/jppm.v8i3.436>
- Joyce, B. R., & Showers, B. (2002). *Student achievement through staff development* (Vol. 3). Association for Supervision and Curriculum Development Alexandria, VA.
- Knowles, M. S. (1978). Andragogy: Adult Learning Theory in Perspective. *Community College Review*, 5(3). <https://doi.org/10.1177/009155217800500302>
- Mahtari, S., Jannah, W., & Miriam, S. (2021). Pengembangan Lkpd Berbasis Hands On Activity Untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Pada Materi Gelombang Cahaya. *Jurnal Riset Fisika Edukasi Dan Sains*, 8(1). <https://doi.org/10.22202/jrfes.2021.v8i1.4613>
- Malik, A., & Ubaidillah, M. (2021). Multiple Skill Laboratory Activities: How To Improve Students' Scientific Communication And Collaboration Skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 10(4). <https://doi.org/10.15294/jpii.v10i4.31442>
- Malik*, A., & Ubaidillah, M. (2021). The Use of Smartphone Applications in Laboratory Activities in Developing Scientific Communication Skills of Students. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 9(1). <https://doi.org/10.24815/jpsi.v9i1.18628>
- Putri, R. K. (2021). Analisis Kebutuhan Pengembangan Petunjuk Praktikum Fisiologi Tumbuhan untuk Pembelajaran Jarak Jauh. *Prosiding Seminar Nasional, FITK UIN Jakarta 2021*.
- Putri, W. A., Astalini, A., & Darmaji, D. (2022). Analisis Kegiatan Praktikum untuk Dapat Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Kemampuan Berpikir Kritis. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(3). <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i3.2638>
- Raini, Y. (2020). Pengaruh Media Laboratorium Virtual (Phet) Terhadap Kemampuan Praktikum Kimia Siswa Taruna Terpadu Bogor. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 5(2).
- Rivera-Reyes, P., Lawanto, O., & Pate, M. L. (2017). Students' Task Interpretation and Conceptual Understanding in an Electronics Laboratory. *IEEE Transactions on Education*, 60(4). <https://doi.org/10.1109/TE.2017.2689723>
- Riyanto, A., & Susanti, R. (2023). *Hambatan dan Solusi Pelaksanaan Praktikum IPA (Studi kasus di SMP Negeri 3 Purwantoro Kabupaten Wonogiri)*. September, 224–235.
- Riyanto, A., Susanti, R., & Bramastia, B. (2023). Hambatan dan Solusi Pelaksanaan Praktikum IPA (Studi kasus di SMP Negeri 3 Purwantoro Kabupaten Wonogiri). *Prosiding SNPS (Seminar Nasional Pendidikan Sains)*, 224–235.
- Setianingsih, N. (2023). Penerapan Pembelajaran Berbasis Praktikum Untuk Meningkatkan Motivasi Dan Hasil Belajar Peserta Didik Pada Materi Kimia Hijau. *Science: Jurnal Inovasi Pendidikan Matematika Dan IPA*, 3(3). <https://doi.org/10.51878/science.v3i3.2450>
- Sinaga, A. S. R., & Sitorus, M. (2019). Penerapan Teknik Workshop Pada Pembuatan Blog Bagi Pemula Di Sma Al Washliyah 12 Perbaungan. *Selaparang Jurnal Pengabdian Masyarakat Berkemajuan*, 2(2). <https://doi.org/10.31764/jpmb.v2i2.880>
- Snětinová, M., Káčovský, P., & Machalická, J. (2018). Hands-on experiments in the interactive physics laboratory: Students' intrinsic motivation and understanding. *Center for Educational Policy Studies Journal*, 8(1). <https://doi.org/10.26529/cepsj.319>

- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). 21st Century Skills, Enhanced Edition: Learning for Life in Our Times. *John Wiley & Sons, Inc.*
- Utami, L. S., Sabaryati, J., Riyadi, F., & Darmayanti, N. W. S. (2020). Pengembangan Modul Praktikum Bandul Matematis Berbasis Spreadsheet Pada Microsoft Excell 2007. *Konstan - Jurnal Fisika Dan Pendidikan Fisika*, 5(2). <https://doi.org/10.20414/konstan.v5i2.57>
- Widiyawati, Y., & Sari, D. S. (2019). Correlation Between Pre-Service Science Teacher Laboratory Self-Efficacy And Science Process Skills In Laboratory Activities. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 9(3). <https://doi.org/10.30998/formatif.v9i3.3721>
- Widya, H. (2019). Variasi Bentuk Bandul Untuk Meningkatkan Pemahaman Peserta Didik Dalam Penentuan Nilai Gravitasi Bumi Pada Ayunan Sederhana. *Jurnal Ilmu Fisika Dan Pembelajarannya (JIFP)*, 3(1). <https://doi.org/10.19109/jifp.v3i1.3232>
- Wijaya, W. M. (2023). Analisis kebutuhan pelatihan karya tulis ilmiah untuk guru sebagai upaya pengembangan keprofesian berkelanjutan. *Jurnal Akuntabilitas Manajemen Pendidikan*, 10(1). <https://doi.org/10.21831/jamp.v10i1.64590>