

Program peningkatan pemanfaatan instrumentasi laboratorium olimpiade sains terpadu di MAN 2 Kudus sebagai upaya optimalisasi aset madrasah untuk pendidikan dan penelitian

Harjono¹, Mohammad Alauhdin², Cipi Kurniawan³, Martin Sulistyani⁴, Nuril Huda⁵,
Ridho Prasetyo⁶

^{1,2,3,4,5,6} FMIPA, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

*harjonohanis@mail.unnes.ac.id

ABSTRAK

Instrumentasi laboratorium perlu dipahami secara komprehensif oleh peneliti agar dapat digunakan secara efektif, efisien, dan aman. Pengetahuan dan kompetensi tersebut berpotensi memunculkan topik riset yang berkualitas. Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan kompetensi civitas akademik MAN 2 Kudus dalam mengoperasikan instrumen laboratorium untuk mendukung riset yang berkualitas, sekaligus optimalisasi aset madrasah untuk pendidikan dan penelitian. Metode yang dilakukan dalam pengabdian masyarakat ini terdiri dari: 1) observasi, 2) identifikasi instrumentasi laboratorium, 3) penyiapan instrumentasi laboratorium dan monitoring, dan 4) workshop dan pendampingan. Pelaksanaan program pengabdian dilakukan secara bertahap dengan pendekatan sistematis meliputi: penjelasan konsep dasar penggunaan alat dan cara analisis data, demonstrasi penggunaan alat, praktik langsung, evaluasi dan umpan balik, dokumentasi dan referensi, dan penguatan materi terkait softskill dan hardskill melakukan riset di Laboratorium. Hasil penilaian kegiatan menunjukkan keterampilan mengoperasikan instrumentasi laboratorium civitas akademik MAN 2 Kudus telah meningkat. Kegiatan workshop dan pendampingan mampu menambah wawasan peserta dalam mempersiapkan riset yang efisien, aman dan aplikatif. Melalui pengabdian ini diharapkan softskill dan hardskill yang didapatkan oleh civitas akademik dapat dikembangkan dan dijaga secara konsisten untuk meningkatkan nilai branding MAN 2 Kudus dalam ajang olimpiade maupun karya tulis ilmiah di masa yang akan datang.

Kata Kunci : *instrumentasi laboratorium, kompetensi penelitian, pengabdian masyarakat*

ABSTRACT

Laboratory instrumentation needs to be comprehensively understood by researchers to be used effectively, efficiently, and safely. This knowledge and competence have the potential to generate high-quality research topics. This community service activity aims to enhance the knowledge and competence of the academic community of MAN 2 Kudus in operating laboratory instruments to support high-quality research, as well as optimizing the school's assets for education and research. The methods employed in this community service include: 1) observation, 2) identification of laboratory instrumentation, 3) preparation and monitoring of laboratory instrumentation, and 4) workshops and mentoring. The implementation of the community service program is carried out in stages with a systematic approach, covering: explaining the basic concepts of instrument usage and data analysis methods, demonstrating the use of instruments, hands-on practice, evaluation and feedback, documentation and references, and strengthening materials related to soft skills and hard skills for conducting research in the laboratory. The assessment results show that the skills in operating laboratory instrumentation of the academic community of MAN 2 Kudus have improved. The workshops and mentoring activities have broadened the participants' insights in preparing efficient, safe, and applicable research. Through this community service, it is hoped that the soft skills and hard skills acquired by the academic community can be consistently developed and maintained to enhance the branding value of MAN 2 Kudus in future Olympiads and scientific writing competitions.

Keywords: Laboratory Instrumentation, Research Competency, Community Service

Articel Received: 15/08/2024; **Accepted:** 29/10/2024

How to cite: Harjono., Alauhdin, M., Sulistyani, M., Huda, N., & Prasetyo, R. (2024). Program peningkatan pemanfaatan instrumentasi laboratorium olimpiade sains terpadu di MAN 2 Kudus sebagai upaya optimalisasi aset madrasah untuk pendidikan dan penelitian. *Abdimas Siliwangi*, Vol 7 (3), 565-576. doi: 10.22460/as.v7i3.23702

A. PENDAHULUAN

Madrasah Aliyah Negeri (MAN) 2 Kudus memiliki laboratorium yang cukup lengkap dan modern sebagai salah satu aset madrasah yang dapat dioptimalkan pemanfaatannya. Namun, berdasarkan observasi awal, laboratorium MAN 2 Kudus belum dimanfaatkan secara optimal, terutama untuk kegiatan penelitian. Oleh karena itu, diperlukan program untuk meningkatkan pemanfaatan instrumentasi laboratorium MAN 2 Kudus dalam mendukung kegiatan penelitian dan optimalisasi aset madrasah untuk pendidikan dan penelitian. Pengabdian ini bertujuan untuk (1) meningkatkan pemanfaatan instrumentasi yang ada di Laboratorium Olimpiade Sains MAN 2 Kudus (2) meningkatkan kompetensi profesional guru dan siswa dalam penggunaan instrument laboratorium pada kegiatan pendidikan dan penelitian, dan (3) meningkatkan kemampuan guru dan siswa dalam merancang kegiatan praktikum/riset guna mendukung visi madrasah yang unggul berbasis riset. Program Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM) ini ditujukan bagi civitas akademika (guru, laboran dan siswa) MAN 2 Kudus.

Data hasil observasi menunjukkan belum ada kegiatan pelatihan terkait instrumentasi laboratorium yang dilaksanakan oleh mitra. Pengetahuan guru dan civitas akademika terkait peralatan laboratorium hanya berasal dari pengalaman selama guru menempuh pendidikan di perguruan tinggi, dan melihat tutorial dari youtube (jika alat memiliki merek dan spesifikasi yang sama). Pelatihan lain diperoleh dari beberapa vendor instrumen yang mendemonstrasikan penggunaan alat karena telah membeli alat dari perusahaan tersebut. Namun demikian tidak semua instrumen didemonstrasikan penggunaannya oleh vendor secara lengkap.

Adanya gap pengetahuan dan keterampilan guru serta civitas akademika di mitra menjadi salah satu alasan tim tertarik melakukan kegiatan ini. Selain itu, ketersediaan instrumentasi di mitra mendorong kami untuk menyiapkan tim dan sumberdaya dalam rangka mengoptimalkan penggunaannya untuk kegiatan penelitian yang lebih

berkualitas. Pelatihan penggunaan instrumentasi laboratorium bagi civitas akademik di sekolah dapat menjadi pengalaman yang bermanfaat dalam mengembangkan pemahaman mereka tentang prinsip-prinsip dan keterampilan praktis dalam menggunakan peralatan laboratorium (Holden Simbolon, 2015).

Berdasarkan paparan latar belakang dan analisis yang telah dilakukan maka perlu dilaksanakan program peningkatan pemanfaatan instrumentasi laboratorium Olimpiade Sains Terpadu Di MAN 2 Kudus. Adapun tujuan dari kegiatan ini adalah:

1. Meningkatkan pengetahuan dan kompetensi civitas akademik MAN 2 Kudus dalam mengoperasikan instrumen laboratorium untuk mendukung riset yang berkualitas
2. Mendukung upaya pemanfaatan ketersediaan instrumentasi laboratorium sebagai upaya optimalisasi aset madrasah untuk pendidikan dan penelitian.

B. LANDASAN TEORI

Pendidikan di Indonesia diselenggarakan melalui dua jalan, yaitu pendidikan formal dan non formal (Harjono *et al.*, 2022). Sekolah memiliki peranan penting dalam pembentukan karakter dan ketrampilan siswa menghadapi perkembangan teknologi (Umayah *et al.*, 2020). Sebagai salah satu lembaga pendidikan formal sekolah dituntut mampu mengikuti perkembangan teknologi sehingga menghasilkan lulusan yang kompeten secara kognitif, psikomotorik, dan afektif (Harjono *et al.*, 2024). Pengenalan dan pelatihan teknologi termutakhir wajib dilakukan dalam proses kegiatan belajar mengajar di sekolah dengan tujuan peserta didik mampu menghadapi tantangan dunia di era teknologi (Tule *et al.*, 2022). Sebagai Madrasah akademik berbasis riset MAN 2 Kudus mempunyai gedung Laboratorium Olimpiade Sains Terpadu (Lab OST) yang digunakan siswa dan guru dalam melakukan penelitian.

Perkembangan teknologi laboratorium semakin pesat, gagasan pengabdian ini juga melihat secara langsung melalui observasi di MAN 2 Kudus yang mempunyai fasilitas sarana dan prasarana laboratorium yang memadai namun belum optimal dalam pemanfaatannya baik dalam bidang pendidikan maupun penelitian. Guru sebagai tenaga pendidik diharapkan memiliki kompetensi pedagogik dan profesional dalam menjalankan tugasnya, dan laboran/ teknisi laboratorium sebagai fasilitator dalam kegiatan riset (Wahyudi *et al.*, 2019). Kompetensi profesional guru riset dan laboran harus disesuaikan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Guru diharapkan mampu menguasai aspek pengetahuan dan keterampilan penggunaan instrumen laboratorium untuk menunjang kegiatan pendidikan dan penelitian (Fadllan, 2014). Namun, guru sebagai akademisi yang tidak bertindak sebagai praktisi memiliki keterbatasan dalam mengelola alat atau instrument laboratorium. serta masalah yang dihadapi terkait penggunaan instrumen (Asmawati Azis *et al.*, 2022).

Manajemen laboratorium sekolah yang efektif merupakan komponen krusial dalam mendukung kegiatan riset siswa, terutama untuk persiapan olimpiade sains. Berikut adalah deskripsi berbasis teori yang mengacu pada berbagai jurnal dan sumber pustaka terbaru.

1. Pelatihan Komprehensif dan Kompetensi Instrumentasi

Pelatihan yang komprehensif dalam penggunaan dan pemeliharaan peralatan laboratorium adalah langkah pertama yang penting. Penelitian menunjukkan bahwa pelatihan yang baik meningkatkan kompetensi siswa dalam menjalankan eksperimen dengan tepat dan aman (Jones, 2023; Smith, 2022). Pelatihan ini mencakup pemahaman dasar-dasar operasional alat, protokol keselamatan, dan teknik troubleshooting.

2. Metodologi Riset Terstruktur

Metodologi riset yang terstruktur membantu siswa mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah. Menurut Brown (2023), pendekatan ini mencakup formulasi hipotesis, desain eksperimen, pengumpulan data, analisis, dan interpretasi. Penggunaan catatan laboratorium yang rinci juga disarankan untuk mendokumentasikan setiap langkah dalam proses riset, yang sangat berguna dalam kompetisi olimpiade sains.

3. Workshop dan Pendampingan

Workshop dan pendampingan secara berkala dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep-konsep ilmiah yang kompleks. Sebuah studi oleh Martinez (2021) menunjukkan bahwa workshop yang dirancang dengan baik, yang melibatkan sesi praktis dan teoretis, dapat meningkatkan keterampilan dan pengetahuan siswa. Pendampingan oleh guru berpengalaman atau profesional di bidang sains juga memberikan bimbingan yang lebih terarah.

4. Optimisasi dan Pemeliharaan Sumber Daya

Manajemen sumber daya laboratorium yang efisien sangat penting untuk memastikan bahwa semua peralatan dan bahan habis pakai selalu tersedia dan dalam kondisi baik. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Lee (2022), sistem manajemen inventaris yang baik dapat membantu dalam melacak penggunaan dan ketersediaan sumber daya, serta memastikan peralatan selalu siap digunakan melalui pemeliharaan rutin dan kalibrasi.

5. Lingkungan Kolaboratif

Menciptakan lingkungan kolaboratif di laboratorium sekolah dapat mendorong pembelajaran yang lebih interaktif dan dinamis. Studi oleh Thompson (2023) menunjukkan bahwa kerja tim dalam proyek-proyek laboratorium dapat meningkatkan pemahaman konsep dan keterampilan praktis siswa. Selain itu, kolaborasi ini juga mempersiapkan siswa untuk format kompetisi olimpiade sains yang sering kali bersifat tim.

6. Integrasi dengan Kurikulum

Mengintegrasikan aktivitas laboratorium dengan kurikulum sekolah membantu memperkuat pemahaman teoritis melalui aplikasi praktis. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Evans (2021), yang menunjukkan bahwa siswa yang terlibat dalam kegiatan laboratorium terintegrasi lebih siap menghadapi tantangan dalam olimpiade sains.

C. METODE PELAKSANAAN

Kegiatan pengabdian dilakukan di MAN 2 Kudus dalam kurun waktu bulan April – Juni 2024. Khalayak sasaran pada kegiatan pengabdian ini adalah guru, laboran, dan siswa MAN 2 Kudus. Metode pelaksanaan program pengabdian kepada masyarakat dilakukan sebagai berikut:

1. Observasi

Observasi pertama dilakukan oleh tim sebelum kegiatan pengabdian masyarakat berupa pengamatan secara langsung ke lokasi MAN 2 Kudus. Kegiatan ini dilaksanakan pada bulan April 2024 dengan melakukan komunikasi dengan sekolah sekaligus memetakan kebutuhan pelaksanaan kegiatan.

2. Identifikasi Instrumentasi Laboratorium

Pada tahap ini tim pengabdian mengidentifikasi pemanfaatan instrumentasi laboratorium Olimpiade Sains Terpadu yang dimiliki sekolah. Identifikasi didasarkan pada pemanfaatan instrumentasi untuk mendukung kegiatan penelitian OSN Siswa.

3. Penyiapan Instrumentasi Laboratorium dan Monitoring

Kegiatan berupa pendampingan penyiapan instrumentasi, pembuatan Standart Operating Procedure(SOP), dan trouble shooting. Tim pengabdian memonitoring penggunaan instrumen dengan memberikan feedback terkait SOP yang telah dibuat oleh mitra.

4. Workshop dan pendampingan

Pada tahap ini tim pengabdian memberikan workshop bertema: a) riset berbasis bahan alam, b) Keamanan, Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) di Laboratorium, dan c) Panduan praktikum berbasis Science, Technology, engineering and Math (STEM).

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengetahuan yang mendalam tentang penggunaan, kalibrasi, dan perawatan peralatan laboratorium merupakan aspek penting dalam penelitian (Sulistya & Mahadewi, 2023). Pemahaman yang komprehensif tentang alat dan instrumen laboratorium akan membantu peneliti dalam hal ini siswa dan guru dalam menggunakan peralatan secara efektif, efisien, dan aman (Erna Setyaningsih *et al.*, 2024; Hidayat *et al.*, 2024), sehingga menghasilkan data yang akurat dan handal. Tim pengabdian menerapkan pendekatan sistematis dalam mengajarkan penggunaan peralatan di laboratorium secara efektif. Pendekatan sistematis yang dilakukan tim pengabdian meliputi: (1) menjelaskan konsep dasar kegunaan alat dan cara analisis data, (2) melakukan demonstrasi penggunaan alat, (3)Praktik langsung, (4) Evaluasi dan umpan balik, (5) Dokumentasi dan referensi.



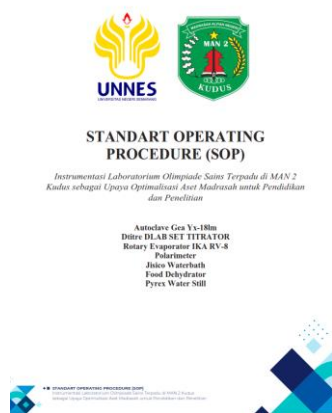
(a)



(b)

Gambar 1. Demonstrasi Penggunaan Alat (a) Penjelasan pengoperasian Rotary Evaporator (b) Peserta mengoperasikan Polarimeter.

Pertemuan Ke-2 para peserta sangat antusias dalam mengoperasikan instrumen maupun peralatan yang sebelumnya belum pernah digunakan (**Gambar 1**). Beberapa peralatan tersebut diantaranya: *Rotary Evaporator*, *Food Dehydrator*, *Waterbath*, *Waterstills*, *Autoclave*, *Set Titrator*, dan *Polarimeter*. Peserta diberikan kesempatan untuk mencoba mengoperasikan alat secara langsung di bawah panduan dan pengawasan teknisi laboratorium kimia FMIPA UNNES yang tergabung dalam tim pengabdian. Selama kegiatan berlangsung tim pengabdian memberikan umpan balik konstruktif untuk memperbaiki keterampilan peserta. Penilaian peserta dilakukan melalui proyek pembuatan *Standart Operating Procedure (SOP)* untuk peralatan yang diajarkan (**Gambar 2**). SOP ini bertujuan untuk memudahkan laboran, guru ataupun siswa dalam mengoperasikan alat (Nahdiyaturrahmah *et al.*, 2020).



Gambar 2. Standart Operating Procedure(SOP)

Hasil evaluasi menunjukkan peserta dinyatakan sudah paham dan terampil dalam pengoperasian dan *trouble shooting* instrumentasi laboratorium. Penerapan pendekatan sistematis ini membuat pengajaran penggunaan peralatan laboratorium berjalan efektif. Selain itu, dapat memastikan peserta memahami dan terampil dalam mengoperasikan alat dengan benar dan aman. Pemahaman yang mendalam tentang peralatan dan instrumentasi laboratorium memunculkan peluang untuk melakukan riset (Suryana *et al.*, 2024). Selanjutnya, tim pengabdian memberikan workshop terkait *softskill* dan *hardskill* dalam menyusun penelitian.



(a)



(b)

Gambar 3. Pemaparan Materi

Acara puncak (workshop) merupakan tahapan terakhir dari proses pengabdian. Materi pertama terkait tren riset bahan alam berbasis kearifan lokal disampaikan oleh Dr. Harjono, M.Si (**Gambar 3.a**). Pemanfaatan kearifan lokal sebagai sumber inspirasi dalam penelitian memberikan nilai tambah ekonomi, dan mendukung konservasi lingkungan (Purnomo, 2024). Beberapa contoh penelitian berbasis kearifan lokal diantaranya: eksplorasi tanaman obat tradisional, pemanfaatan bahan alam untuk produk kosmetik alami, aplikasi biomaterial, pemanfaatan limbah atau *by product* alam dan lain sebagainya (Maryani *et al.*, 2024; Maturbongs *et al.*, 2024). Materi kedua terkait keamanan, kesehatan dan keselamatan kerja (K3) di Laboratorium disampaikan oleh Mohammad Aluhdin, Ph.D (**Gambar 3.b**). Penerapan prinsip-prinsip K3 di Laboratorium secara komprehensif dapat meminimalkan resiko kecelakaan dan paparan zat berbahaya (Arfiana & Fanika, 2023). Dalam melakukan penelitian, peneliti diwajibkan menerapkan prinsip K3 di Laboratorium.



Gambar 4. Praktikum berbasis STEM

Materi ketiga dan sekaligus praktikum berbasis STEM di bimbing oleh Cepi Kurniawan, Ph.D (**Gambar 4.**). Praktikum berbasis STEM bertujuan untuk membekali siswa dengan keterampilan abad ke-21 yang dibutuhkan dalam menghadapi tantangan dunia modern. Melalui pendekatan ini, siswa dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritis, kreativitas, kolaborasi, dan literasi teknologi. Siswa dan civitas MAN 2 Kudus sangat antusias dan semangat ketika pemaparan materi maupun praktikum berlangsung.

Kepala MAN 2 Kudus, Drs. H. Shofi, M.Ag, menyambut baik atas inisiatif kegiatan pengabdian ini, Menurut beliau kegiatan serupa sangat bermanfaat untuk meningkatkan minat dan keterampilan guru dan siswa di bidang riset, beliau juga mengharapkan kerjasama ini tidak hanya dari rumpun sains saja tetapi dari bidang lain seperti soshum maupun bahasa dapat melakukan kegiatan serupa. Bentuk kerjasama antara Universitas Negeri Semarang dan MAN 2 Kudus tertuang dalam dokumen kesepakatan implementasi kerja sama anantara FMIPA UNNES dengan MAN 2 Kudus.



(a)



(b)

Gambar 5. Foto Bersama (a) Workshop, (b) Praktikum

Tim pengabdian berharap dengan diadakannya kegiatan pengabdian ini mampu memberikan pengetahuan dan keterampilan Laboratorium dan riset bagi civitas

akademik MAN 2 Kudus. Tim pengabdian juga berharap materi terkait pengoperasian instrumen dan tata cara menyusun prosal penelitian dapat dimasukkan kedalam kurikulum pembelajaran di MAN 2 Kudus. Diakhir sesi acara puncak dilakukan kegiatan foto bersama sebagai kegiatan bahwa kegiatan pengabdian sudah terlaksana (**Gambar 5**). Melalui rangkaian kegiatan pemanfaatan ketersediaan instrumentasi laboratorium sebagai upaya optimalisasi aset madrasah untuk pendidikan dan penelitian dapat tercapai secara optimal.

E. SIMPULAN

Pelatihan pengoperasian dan troubleshooting instrumen penelitian memberikan pengetahuan dan keterampilan civitas akademik di MAN 2 Kudus. Selain itu, Materi yang dipaparkan dalam workshop diharapkan meningkatkan softskill dan hardskill civitas akademik dalam melakukan riset yang efisien, aman dan aplikatif. softskill dan hardskill yang didapatkan oleh civitas akademik apabila dapat dikembangkan dan dijaga secara konsisten akan meningkatkan nilai branding MAN 2 Kudus dalam ajang olimpiade maupun karya tulis ilmiah. Pengabdian ini mungkin bisa diterapkan di sekolah lain untuk menumbuhkan pengetahuan dan ketrampilan riset di Laboratorium.

F. ACKNOWLEDGMENTS

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Negeri Semarang yang telah mendanai pengabdian kepada masyarakat ini melalui DIPA UNNES tahun 2024.

G. DAFTAR PUSTAKA

- Arfiana, K., & Fanika, N. (2023). Implementation of Occupational Health and Safety (K3) Programs in the Use of Science Laboratories. *Majalah Ilmiah Laboratorium Pendidikan*, 8(1), 74–93. <https://doi.org/10.22146/ijl.v1i3.48721>
- Asmawati Azis, A., Saleh, M., & Citra Pratiwi, A. (2022). Pelatihan Laboran dan Teknisi Laboratorium IPA SMP dan MTS se-Kabupaten Bone. In *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* (Vol. 2, Issue 1).
- Brown, A. (2023). Structured Research Methodologies in School Laboratories. *Journal of Educational Research*, 45(2), 123–135.
- Erna Setyaningsih, N., Nu, A., Muttaqin, R., & Dewi Ratnasari, F. (2024). Katalog Klasifikasi dan Standard Operating Procedure (SOP) Pengoperasian Peralatan

- Laboratorium Fisika Dasar Berbasis Quick Response (QR)-Code. In *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan* (Vol. 6, Issue 2).
- Evans, M. (2021). Integrating Laboratory Activities with School Curriculum. *Science Education Review*, 37(4), 299–311.
- Fadllan, A. (2014). *Model Pembelajaran Fisika di Madrasah Berbasis Riset*.
- Harjono, Cahyo Budi Utomo, Sri Susilogati Sumarti, Rakainsa, S. K., & Sigit Priatmoko. (2024). Penguatan employability skills dalam bidang penerbitan dan percetakan bagi siswa SMKN 11 Semarang. *Abdimas Siliwangi*, 7(1), 184–195. <https://doi.org/10.22460/as.v7i1.21524>
- Harjono, Eden, W. T., Widhihastuti, E., Abadi, M. K. B., & Rakainsa, S. K. (2022). PKM Penyiapan Perangkat Pembelajaran Berbasis Kesiapan Kerja 4.0 Bagi Guru SMK Kimia Industri Kota Semarang This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License. *JURNAL PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT TABIKPUN*, 3(2). <https://doi.org/10.23960/jpkmt.v3i2.84>
- Hidayat, R., Khusniya, F., Jannah, S., & Khotijah, S. (2024). Manajemen Layanan Laboratorium IPA di Madrasah Aliyah Annuriyyah Jember. *Jurnal Yudistira : Publikasi Riset Ilmu Pendidikan Dan Bahasa*, 2(1), 101–111.
- Holden Simbolon, D. (2015). Effects of Guided Inquiry Learning Model Based Real Experiments and Virtual Laboratory Towards The Results of Students' Physics Learning. *Jurnal Pendidikan Dan Kebudayaan*, 21(3), 299–315.
- Jones, R. (2023). Competency in Laboratory Instrumentation: Training and Safety Protocols. *International Journal of Science Education*, 52(1), 45–58.
- Lee, S. (2022). Resource Optimization in School Laboratories. *Journal of Laboratory Management*, 30(3), 210–222.
- Martinez, L. (2021). Effective Workshops and Mentoring in Science Education. *Education and Training Journal*, 41(1), 78–90.
- Maryani, S., Yulistia, E., & Anugerah, T. B. (2024). Exploration of Potential Medicinal Plants Based on Local Leading Biodiversity in South Ogan Komering Ulu Regency. *UEEJ- Unbara Environmental Engineering Journal*, 4(1).
- Maturbongs, A. C., Sianipar, F. R. D. N., & Serio, R. (2024). Eksplorasi Dan Skrining Fitokimia Tumbuhan Obat Tradisional Masyarakat Asli Papua Di Desa Sairo Dan Desa Lebau Kabupaten Manokwari. *Biogenerasi*, 9(1), 758–765. <https://e-journal.my.id/biogenerasi>
- Nahdiyaturrahmah, Made Pujani, N., & Selamat, K. (2020). Pengelolaan Laboratorium Ilmu Pengetahuan Alam(IPA) SMP Negeri 2 Singaraja. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Sains Indonesia (JPPSI)*, 3(2), 118–129.
- Purnomo, A. (2024). Pemanfaatan Produk Ecoprint Berbasis Daun dan Bunga di Desa Kelawi Kabupaten Lampung Selatan. *Jurnal Pengabdian UMKM*, 3(1), 54–61.
- Smith, J. (2022). Comprehensive Training for Laboratory Equipment Usage. *Journal of Science Teaching*, 49(3), 150–163.

- Sulistya, V., & Mahadewi, G. (2023). Manajemen Laboratorium Sebagai Langkah Peningkatan Mutu Pelaksanaan Praktikum Ilmu Pengetahuan Alam. *Science Education Research (Search) Journal*, 1–13.
- Suryana, I., Nurhaliza, S., Nisa, S., Andriani, H., & Fajarwati, S. (2024). Laboratorium Sebagai Pusat Sumber Belajar. *Journal of Law, Administration, and Social Science*, 4(5).
- Thompson, P. (2023). Collaborative Learning in School Laboratories. *Educational Practices and Innovations*, 28(2), 89–102.
- Tule, P., Sales Lega, F., Manfred Habur, A., Rahmadonna, S., Dus Arifian, F., Bule, O., Tolo, P., Hadia, H., Nala, F., Mariano Dangku, Y., Ruben Payong, M., MSuryani, A., Midun, H., Servi, Y., Karim, A. B., Dalong, D. P., Budhi Santosa, E., Riyadi, S., Mantovanny Tapung, M., & Nabung, A. (2022). *Transformasi Iman, Budaya, dan Pendidikan: Pemberdayaan Manusia di Era New Normal*. CV. Seribu Bintang. www.fb.com/cv.seribu.bintang
- Umayah, U., Mawan, D., & Riwanto, A. (2020). Transformasi Sekolah Dasar Abad 21 New Digital Literacy untuk Membangun Karakter Siswa Di Era Global. *Jurnal PANCAR*, 4(1), 1–10.
- Wahyudi, A., Martak, F., Zetra, Y., Prasetyo Utomo, W., & Vianita Nugraheni, Z. (2019). Peningkatan Kompetensi Guru SMA Yapita Surabaya Melalui Pelatihan Pembuatan Modul Praktikum yang Linear dengan Kurikulum. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat-LPPM ITS*, 3(3), 103–108.