PROCEEDING SEMINAR NASIONAL IPA XV
Peran Ilmu Lingkungan untuk Kecermelangan Pendidikan Sains Menuju Indonesia Emas
Edisi 2025 I ISSN: 2962-2905

MEMBANGUN KETERAMPILAN LABORATORIUM IPA SMP DI ERA DIGITAL: PEMANFAATAN LABORATORIU VIRTUAL DAN *AUGMENTED REALITY* PADA PRAKTIKUM SEL HEWAN DAN TUMBUHAN

Aida Rahma Safitri[1]

[1]Universitas Negeri Semarang, Kota Semarang
*Email Korespondensi: aidarahmasafitri@students.unnes.ac. id

ABSTRAK

Kegiatan pembelajaran IPA tingkat SMP sering kali terkendala oleh terbatasnya fasilitas laboratorium, terutama dalam kegiatan seperti praktikum struktur sel hewan dan tumbuhan. Untuk mengatasi hambatan ini, laboratorium virtual menjadi solusi alternatif yang memungkinkan siswa menjalankan simulasi praktikum secara digital dan interaktif tanpa keterbatasan ruang dan waktu. Artikel ini membahas secara konseptual potensi penggunaan laboratorium virtual yang dipadukan dengan teknologi *Augmented Reality* (AR) dan unsur permainan (gamifikasi) dalam pembelajaran IPA. Melalui pendekatan ini, siswa dapat mengamati struktur mikroskopis, berinteraksi dengan objek tiga dimensi, dan memperoleh pengalaman belajar yang lebih kontekstual serta menarik. Selain meningkatkan pemahaman konseptual, laboratorium virtual juga berperan dalam membentuk keterampilan ilmiah seperti observasi, analisis data, hingga pelaporan hasil eksperimen. Integrasi teknologi ini sejalan dengan kebutuhan pembelajaran abad ke-21 yang menuntut literasi digital, berpikir kritis, serta kemampuan memecahkan masalah. Dengan rancangan pembelajaran yang tepat, laboratorium virtual tidak hanya menggantikan fungsi laboratorium fisik, tetapi juga memperkaya proses belajar siswa melalui media digital yang aman, fleksibel, dan sesuai dengan karakteristik generasi saat ini. Oleh karena itu, pemanfaatan laboratorium virtual dapat menjadi langkah strategis dalam meningkatkan kualitas pendidikan IPA di era digital.

Kata kunci: *Augmented Reality*; Kemampuan laboratorium; Laboratorium virtual; Struktur sel makhluk hidup.

PENDAHULUAN

Pembelajaran IPA di tingkat SMP memiliki tujuan utama untuk meningkatkan pemahaman konsep serta keterampilan ilmiah siswa melalui kegiatan eksperimen. Salah satu materi yang perlu praktik secara langsung adalah struktur serta perbedaan antara sel hewan dan tumbuhan, yang biasanya diamati menggunakan mikroskop di laboratorium. Namun, dalam realitanya, tidak semua sekolah memiliki fasilitas laboratorium yang memadai. Keterbatasan jumlah mikroskop, minimnya preparat sel, serta terbatasnya waktu dan sumber daya sering kali menjadi kendala dalam pelaksanaan praktikum. Akibatnya, banyak siswa hanya memperoleh pemahaman teoritis tanpa kesempatan untuk melakukan eksperimen langsung, yang berisiko menghambat penguasaan keterampilan laboratorium secara optimal. Untuk mengatasi hambatan tersebut, teknologi seperti Laboratorium Virtual (Virtual Lab) dapat memberikan solusi inovatif yang dapat menghubungkan teori dengan praktik dalam pembelajaran IPA. Menurut Altmeyer *et al*., (2020) mengungkapkan bahwa melalui teknologi Virtual Laboratorium ini, siswa dapat melakukan eksperimen secara interaktif dan aman tanpa batasan fisik, sehingga memberikan akses yang lebih luas terhadap pengalaman laboratorium yang berkualitas.Laboratorium virtual juga memungkinkan pengguna untuk melakukan eksperimen yang mirip dengan sistem asli (Veza *et al.,* 2022).

Kemajuan teknologi digital telah membawa perubahan besar dalam dunia pendidikan, termasuk dalam kegiatan praktikum Ilmu Pengetahuan Alam (IPA). Akan tetapi, praktik di laboratorium konvensional sering mengalami berbagai kendala, seperti terbatasnya sarana dan prasarana, keterbatasan waktu, serta potensi risiko yang tinggi dalam pelaksanaannya. Kondisi ini menjadi tantangan dalam pembelajaran sains yang idealnya mengedepankan pengalaman langsung. Untuk menjawab permasalahan tersebut, laboratorium virtual hadir sebagai alternatif inovatif. Dengan dukungan teknologi digital, laboratorium virtual memungkinkan peserta didik melakukan simulasi eksperimen secara interaktif hanya dengan menggunakan komputer atau ponsel. Laboratorium dalam konteks ini tetap memiliki peran penting, terutama dalam membantu siswa memahami konsep-konsep teori, meningkatkan kemampuan berpikir ilmiah, bekerja dalam tim, serta mengasah keterampilan komunikasi dan observasi (Kapilan *et al.,* 2021). Sependapat dengan penelitian yang dilakukan Bogusevschi *et al.,* (2020), laboratorium berbasis digital memberikan pengalaman belajar yang mendalam dan keterlibatan yang tinggi. Peserta didik dapat mengamati proses-proses ilmiah dengan lebih jelas dan sistematis, serta mengulangi simulasi sesuai kebutuhan, sehingga dapat memahami konsep secara menyeluruh.

Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Sus *et al.,* (2021) mengungkapkan bahwa sejumlah proyek telah dikembangkan untuk mendukung laboratorium virtual di bidang sains alam, seperti kimia, biologi, dan fisika. Artikel ini bertujuan untuk mengkaji peran Laboratorium Virtual dalam meningkatkan keterampilan laboratorium siswa dalam pembelajaran IPA, khususnya pada praktikum sel hewan dan tumbuhan. Melalui pendekatan ini, diharapkan siswa tidak hanya memperoleh pemahaman teoritis, tetapi juga mampu mengembangkan keterampilan ilmiah yang esensial dalam kegiatan eksperimen, meskipun tanpa akses langsung ke laboratorium fisik. Selain itu, artikel ini juga membahas bagaimana intregasi Virtual Laboratorium dalam pembelajaran IPA dapat berkontribusi terhadap peningkatan motivasi serta pengalaman belajar siswa di era digital. Salah satu inovasi integrasinya adalah dengan *Augmented Reality* (AR). *Augmented Reality* (AR) adalah teknologi yang mengintegrasikan elemen virtual ke dalam lingkungan dunia nyata. Teknologi ini memanfaatkan berbagai sarana teknis, seperti multimedia, pemodelan tiga dimensi

(3D), pelacakan dan registrasi secara real-time, interaksi cerdas, serta sistem penginderaan. Prinsip kerja AR melibatkan penerapan informasi digital yang dihasilkan oleh komputer, seperti teks, gambar, model 3D, audio, video, dan elemen virtual lainnya, untuk memperkaya pengalaman pengguna dalam berinteraksi dengan dunia fisik (Chen et al., 2019). Dengan dilakukannya penggabungan Virtual Lab dengan Augmented Reality (AR) dapat meningkatkan motivasi dan efektivitas pembelajaran IPA di tingkat SMP. Integrasi Virtual Lab berbasis simulasi komputer dengan AR memungkinkan interaksi langsung dengan objek tiga dimensi, menciptakan pengalaman belajar yang lebih realistis dan menyerupai lingkungan laboratorium sebenarnya. Dengan pemanfaatan AR dalam Virtual Lab, siswa tidak hanya dapat mengamati simulasi, tetapi juga secara aktif berinteraksi dengan objek virtual, seperti memanipulasi molekul dalam eksperimen kimia atau mengamati perubahan wujud zat pada skala mikroskopis Penggunaan laboratorium virtual dalampembelajaran materi sel hewan dan tumbuhan berperan penting dalam meningkatkan pemahaman konseptual sekaligus keterampilan proses sains pada siswa. Melalui eksplorasi mikroskop virtual, simulasi preparat, serta eksperimen interaktif, siswa dilatih untuk mengembangkan keterampilan observasi, analisis, dan penalaran ilmiah. Proses ini menumbuhkan kemampuan berpikir kritis, analitis, serta pemecahan masalah karena siswa harus mengambil keputusan berdasarkan data simulasi. Selain itu, aktivitas dalam laboratorium virtual juga membantu melatih keterampilan teknologi dan literasi digital yang sangat relevan di era pembelajaran abad ke-21. Integrasi materi sel dengan platform virtual memberikan pengalaman belajar yang lebih kontekstual, fleksibel, dan menarik. Hal ini memungkinkan siswa memahami perbedaan struktur dan fungsi sel hewan serta tumbuhan secara lebih menyeluruh. Dengan pendekatan ini, proses pembelajaran tidak hanya fokus pada teori, tetapi juga mendekatkan siswa pada pengalaman praktik ilmiah yang aman dan efisien.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengembangan Keterampilan Sains Melalui Laboratorium Virtual

Muhajarah & Sulthoh, (2020) menyatakan bahwa laboratorium virtual merupakan bentuk inovasi pembelajaran yang mampu mendukung penguasaan keterampilan sains siswa secara lebih sistematis. Dalam media ini, siswa tidak hanya memperoleh pemahaman teoritis, tetapi juga terlibat dalam simulasi eksperimen yang dirancang secara interaktif. Proses ini memberikan pengalaman belajar yang menyerupai praktik langsung di laboratorium fisik. Kemampuan ilmiah siswa mulai terbentuk melalui tahapan-tahapan seperti perencanaan eksperimen, pengamatan proses, analisis hasil, hingga penarikan kesimpulan berdasarkan data. Keterampilan yang dapat diasah melalui laboratorium virtual meliputi kemampuan mengamati secara sistematis, mengidentifikasi variabel, merumuskan hipotesis, menganalisis dan menafsirkan data, menyusun kesimpulan, serta mengomunikasikan hasil dalam bentuk laporan tertulis atau presentasi. Melalui kegiatan ini, siswa juga didorong untuk berpikir kritis, memecahkan masalah, dan mengambil keputusan berdasarkan bukti ilmiah. Penelitian Zaturrahmi *et al.*, (2020) juga mengungkap bahwa penggunaan laboratorium virtual tidak hanya bermanfaat bagi siswa, tetapi juga membantu guru dalam menyampaikan materi sains secara fleksibel dengan memanfaatkan teknologi. Platform digital memungkinkan guru menyajikan simulasi yang menarik dan mudah akses, sehingga pembelajaran tetap dapat berlangsung secara optimal meskipun fasilitas laboratorium fisik terbatas.

B. Manfaat Laboratorium Virtual Untuk Pembelajaran IPA SMP

Menurut Suryani *et al.*, (2019) dalam penelitiannya mengungkapkan bahwa penggunaan media laboratorium virtual dalam pembelajaran IPA mengalami peningkatan yang pesat karena telah terbukti memberikan dampak positif yang nyata terhadap jalannya proses belajar dan capaian hasil belajar peserta didik. Namun, penerapan laboratorium virtual dalam konteks materi IPA di SMP, seperti struktur sel hewan dan tumbuhan masih jarang dikembangkan secara mendalam. Materi ini seringkali sulit diamati secara langsung karena keterbatasan alat praktikum seperti mikroskop dan preparat sel di sekolah, sehingga dengan adanya media virtual dapat menjadi solusi efektif untuk mengatasi masalah tersebut. Laboratorium virtual ini juga dilengkapi elemen interaktif seperti animasi 3D, fitur gamifikasi, serta keterhubungan dengan platform pembelajaran digital sekolah (LMS). Pendekatan ini juga sejalan dengan prinsip diferensiasi dan nilai-nilai dalam Kurikulum Merdeka, sehingga mendukung pembentukan karakter siswa sebagai Pelajar Pancasila yang reflektif dan bernalar kritis. Selain itu, laboratorium virtual ini dirancang dalam bahasa Indonesia agar lebih mudah diakses dan dipahami oleh siswa. Manfaat & Riandi, (2019) juga mengungkapkan bahwa penggunaan laboratorium virtual dalam pembelajaran sains menawarkan sejumlah manfaat penting seperti, siswa dapat belajar tanpa risiko cedera karena tidak melakukan eksperimen langsung dengan bahan kimia berbahaya. Namun, hal tersebut belum sepenuhnya optimal dan masih bisa ditingkatkan. Misalnya, dengan menambahkan simulasi berbasis bahaya yang menyertakan peringatan edukatif agar siswa tetap memahami pentingnya keselamatan kerja.

C. Pengembangan Keterampilan Laboratorium Virtual Pada Materi Struktur Sel Hewan dan Tumbuhan

Materi pada struktur sel hewan dan tumbuhan merupakan materi esensial dalam pelajaran IPA tingkat SMP. Materi ini menjadi landasan penting untuk memahami konsep- konsep biologi yang lebih kompleks. Akan tetapi, masih banyak sekolah yang belum memiliki fasilitas laboratorium memadai sehingga siswa tidak dapat secara langsung mengamati bagian-bagian sel melalui mikroskop. Untuk mengatasi hambatan tersebut, penggunaan laboratorium virtual menjadi alternatif yang efektif dalam mendukung proses pembelajaran. Struktur sel hewan dan sel tumbuhan menjadi bagian fundamental dalam pembelajaran biologi karena keduanya menunjukkan perbedaan bentuk, fungsi, dan komponen yang khas (Arifudin *et al,* 2019). Dalam proses belajar, siswa dituntut tidak hanya memahami teori, tetapi juga mampu mengenali serta membedakan organel yang menyusun masing-masing jenis sel. Kendala seringkali muncul ketika pengamatan terbatas hanya melalui gambar dua dimensi atau alat mikroskop sederhana yang kurang memadai. Situasi ini mendorong perlunya pendekatan inovatif yang mampu memberikan pengalaman belajar lebih nyata dan mendalam. Salah satu solusi yang relevan adalah penerapan laboratorium virtual, di mana siswa bisa mengeksplorasi model sel secara interaktif dan menjalankan simulasi eksperimen secara digital. Melalui metode ini, pemahaman siswa terhadap konsep sel dapat ditingkatkan karena mereka berpartisipasi langsung dalam aktivitas saintifik berbasis teknologi yang mendukung keterlibatan aktif dan berpikir kritis. Menariknya pemanfaatan laboratorium virtual masih jarang ditemukan pada tingkat SMP, sehingga untuk mengintegrasikannya dalam pembelajaran IPA dapat menjadi langkah inovatif yang berdampak positif. Selain itu, penggunaan laboratorium virtual ini juga mampu menumbuhkan berbagai kecakapan penting abad ke-21 pada peserta didik, seperti kemampuan berpikir secara analitis, menyelesaikan

persoalan secara mandiri, serta meningkatkan kecakapan dalam menggunakan teknologi digital yang semakin esensial di era modern.

D. Integrasi Laboratorium Virtual dengan *Augmented Reality* (AR)

Pemanfaatan laboratorium virtual dalam kegiatan pembelajaran IPA terbukti efektif dalam mengatasi kendala terbatasnya sarana laboratorium fisik, khususnya di jenjang SMP. Meski demikian, pendekatan ini masih dapat dikembangkan lebih lanjut dengan mengintegrasikan teknologi *Augmented Reality* (AR) yang memungkinkan penyisipan objek digital ke dalam dunia nyata secara interaktif. Chen et al., (2019) mengungkapkan dalam penelitiannya bahwa *Augmented Reality* (AR) merupakan suatu teknologi yang menyatukan elemen virtual ke dalam lingkungan dunia nyata. Berbagai teknologi canggih dimanfaatkan, termasuk multimedia, model 3D,pelacakan dan pencatatan secara langsung, interaksi berbasis AI, dan sensor. Sistem ini bekerja dengan menggabungkan konten virtual dari komputer baik berupa teks, gambar, objek tiga dimensi, suara, maupun video ke dalam lingkungan nyata melalui proses simulatif. Hasilnya, informasi virtual dan nyata berpadu untuk menciptakan pengalaman yang memperkuat persepsi terhadap dunia nyata. Ketika pengguna mengaktifkan fitur pemindaian marker, sistem secara otomatis menampilkan tampilan kamera berbasis *Augmented Reality* (AR), meskipun belum mendeteksi objek apa pun. Di tampilan awal kamera tersebut, terdapat tombol home yang berfungsi untuk kembali ke halaman utama. Saat pengguna mengarahkan kamera ke marker yang tersedia, sistem segera mengenali marker tersebut dan secara langsung menampilkan objek 3D yang sesuai dengan marker yang terdeteksi (Pramono & Setiawan, 2019). Penggunaan *Augmented Reality* (AR) dalam laboratorium virtual juga mendukung terbentuknya kemampuan laboratorium secara bertahap. Dalam proses pembelajaran, siswa memindai gambar atau marker menggunakan perangkat seperti ponsel, lalu muncul model tiga dimensi, seperti struktur sel tumbuhan atau hewan. Dari sini, siswa mulai melakukan pengamatan visual secara detail, mengidentifikasi setiap organel yang tampil, mencatat ciri-ciri dan fungsinya, lalu membandingkan antara sel yang satu dengan yang lain. Setelah itu, mereka menganalisis data pengamatan tersebut dan menyusun kesimpulan berdasarkan informasi yang diperoleh. Dalam beberapa aktivitas, siswa juga diberi tugas untuk membuat laporan sederhana atau menjawab pertanyaan berbasis temuan mereka. Rangkaian kegiatan ini membiasakan siswa menjalani tahapan praktikum secara utuh dari pengamatan hingga pelaporan, sehingga secara perlahan membangun kemampuan laboratorium mereka meskipun tanpa menggunakan alat fisik. Pengalaman ini juga membentuk pola pikir ilmiah dan kesiapan untuk praktik langsung di masa depan. AR juga dapat menciptakan suasana belajar yang lebih menarik dan memotivasi, serta menumbuhkan rasa ingin tahu dan semangat eksplorasi ilmiah. Selain itu, pengalaman belajar berbasis teknologi ini turut mengembangkan keterampilan proses sains seperti observasi, eksperimen, dan penarikan kesimpulan. Integrasi AR dalam laboratorium virtual juga menjawab tantangan pembelajaran yang bersifat abstrak, terutama ketika fasilitas mikroskop tidak tersedia. Konsep ini sejalan dengan tuntutan era digital serta mendukung pencapaian Kurikulum Merdeka dan profil Pelajar Pancasila.

KESIMPULAN

Artikel ini menyoroti pentingnya penerapan laboratorium virtual sebagai alternatif pembelajaran yang efektif, khususnya dalam materi struktur sel hewan dan tumbuhan untuk siswa SMP. Dalam konteks keterbatasan fasilitas laboratorium konvensional, laboratorium virtual hadir sebagai solusi inovatif yang mampu mengakomodasi kebutuhan pembelajaran berbasis praktik. Hasil kajian menunjukkan

bahwa integrasi laboratorium virtual dengan teknologi *Augmented Reality* (AR) dapat memperkuat minat belajar, meningkatkan keterlibatan aktif peserta didik, serta mengembangkan keterampilan saintifik seperti kemampuan mengamati objek, menganalisis data, dan menarik kesimpulan secara mandiri. Selain itu, penggunaan media digital interaktif ini mendukung peningkatan literasi teknologi dan pembentukan karakter abad ke-21 yang adaptif terhadap perkembangan zaman. Dengan demikian, laboratorium virtual tidak hanya menjembatani kekurangan fasilitas fisik, tetapi juga menjadi langkah transformatif menuju pembelajaran IPA yang lebih kontekstual, menarik, dan bermakna bagi siswa sekolah menengah.

DAFTAR PUSTAKA

Altmeyer, K., Kapp, S., Thees, M., Malone, S., Kuhn, J., & Brünken, R. (2020). The use of augmented reality to foster conceptual knowledge acquisition in STEM laboratory courses—Theoretical background and empirical results. *British Journal of Educational Technology*, *51*(3), 611-628.https://berajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111%2Fbjet.12900\

Arifudin, A., Kuswandi, D., & Soepriyanto, Y. (2019). Pengembangan Media Obyek 3 Dimensi Digital Sel Hewan Dan Tumbuhan Memanfaatkan Piramida Hologram Untuk Mts. *Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, *2*(1), 9-15.

Bogusevschi, D., Muntean, C., & Muntean, G. M. (2020). Teaching and learning physics using 3D virtual learning environment: A case study of combined virtual reality and virtual laboratory in secondary school. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, *39*(1), 5-18. https://www.learntechlib.org/p/210965/?nl=1

Chen, Y., Wang, Q., Chen, H., Song, X., Tang, H., & Tian, M. (2019, June). An overview of augmented reality technology. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1237, No. 2, p. 022082). IOP Publishing. https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1237/2/022082/meta

Kapilan, N., Vidhya, P., & Gao, X. Z. (2021). Virtual laboratory: A boon to the mechanical engineering education during covid-19 pandemic. *Higher Education for the Future*, *8*(1), 31-46. https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/2347631120970757

Legowo, Y. A. S. (2022). Gamifikasi Dalam Pembelajaran Di Sekolah Dasar. *JISPE Journal of Islamic Primary Education*, *3*(1), 13-30. https://jurnal.idaqu.ac.id/index.php/jispe/article/view/43

Manfaat, B., & Riandi, R. (2019). Penerapan laboratorium virtual elektroforesis gel sebagai pengganti praktikum riil. *Phenomenon: Jurnal Pendidikan MIPA*, *9*(1), 48-64. https://journal.walisongo.ac.id/index.php/Phenomenon/article/view/3320

Muhajarah, K., & Sulthon, M. (2020). Pengembangan laboratorium virtual sebagai media pembelajaran: Peluang dan tantangan. *Justek: Jurnal Sains Dan Teknologi*, *3*(2), 77-83. https://journal.ummat.ac.id/index.php/justek/article/view/3553

Pramono, A., & Setiawan, M. D. (2019). Pemanfaatan augmented reality sebagai media pembelajaran pengenalan buah-buahan. *INTENSIF: Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Penerapan Teknologi Sistem Informasi*, *3*(1), 54-68. https://ojs.unpkediri.ac.id/index.php/intensif/article/view/12573

Suryanti, E., Fitriani, A., Redjeki, S., & Riandi, R. (2019). Persepsi mahasiswa terhadap penggunaan virtual laboratory dalam pembelajaran biologi molekuler. *Journal of Natural Science and Integration*, *2*(2), 153-162. https://ejournal.uin- suska.ac.id/index.php/JNSI/article/view/7884

Sus, B., Reyenchuk, I., Bauzha, O., & Zagorodnyuk, S. (2021). Virtual laboratory as custom e- learning implementation and design solution. In *CEUR Workshop Proceedings* (Vol. 2883, pp. 177-187). https://ceur-ws.org/Vol-2833/Paper_16.pdf

Veza, I., Sule, A., Putra, N. R., Idris, M., Ghazali, I., Irianto, I., & Mosliano, G. (2022). Virtual laboratory for engineering education: Review of virtual laboratory for students learning. *Engineering Science Letter*, *1*(02), 41-46. https://journal.iistr.org/index.php/ESL/article/view/138

Zaturrahmi, Z., Festiyed, F., & Ellizar, E. (2020). The utilization of virtual laboratory in learning: A meta-analysis. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, *3*(2), 228-236. https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:cxQgLI4CXe0J:scholar.google.com/+Zaturrahmi,+Z.,+Festiyed,+F.,+%26+Ellizar,+E.+(2020).+The+utilization