

Pelatihan penggunaan *digital learning* dalam pembelajaran biologi melalui *Virtual Laboratory* (VLAB) bagi guru biologi se-kabupaten Sukoharjo

Dita Purwinda Anggrella, Amining Rahmasiwi, Triana Atika Zulfa, Nurul Hidayah

Program Studi Tadris biologi, Fakultas Ilmu Tarbiyah, UIN Raden Mas Said Surakarta, Indonesia

Penulis korespondensi : Dita Purwinda Anggrella

E-mail : dita.anggrella@staff.uinsaid.ac.id

Diterima: 21 Juli 2024 | Direvisi: 09 Agustus 2024 | Disetujui: 12 Agustus 2024 | © Penulis 2024

Abstrak

Penggunaan teknologi dalam pendidikan, termasuk penggunaan *Virtual Laboratory* (VLab), telah menjadi topik yang semakin penting dalam upaya meningkatkan efektivitas pembelajaran, sehingga perlu dilakukan pelatihan untuk menerapkannya. Pengabdian ini bertujuan untuk memberikan pelatihan guru menggunakan VLab pada pembelajaran biologi. Penelitian ini menggunakan model latihan partisipatif (*Participatory Training Model*) yang terdiri dari 5 tahapan, yaitu: 1) analisis kebutuhan; 2) membuat rencana pelatihan; 3) pelaksanaan pelatihan; 4) diskusi dan refleksi; 5) evaluasi dan rencana tindak lanjut. Partisipan dalam pelatihan ini adalah 33 guru biologi se-Kabupaten Sukoharjo yang telah menggunakan atau memiliki potensi untuk menggunakan VLab dalam pembelajaran mereka. Hasil analisis kebutuhan menunjukkan bahwa sebagian besar guru masih belum mengaplikasikan VLab dalam pembelajaran biologi. Guru juga mengalami hambatan dalam mengaplikasikan VLab dikarenakan faktor usia, kurangnya motivasi, kurangnya pelatihan, keterbatasan teknologi, ketersediaan konten yang terbatas, tantangan manajemen kelas, dukungan administrasi, koneksi internet, dan cara evaluasi penilaian dalam VLab. Hasil analisis kebutuhan ini dijadikan dasar untuk melakukan pelatihan terhadap guru MGMP biologi SMA di Kabupaten Sukoharjo selama 1 minggu untuk mengoptimalkan pemahaman dan keterampilan guru dalam mengaplikasikan VLab dalam pembelajaran biologi. Hasil dari pelatihan menunjukkan bahwa pelatihan memenuhi harapan guru untuk meningkatkan kemampuan pedagogiknya mengaplikasikan VLab. Implikasi dari penelitian ini adalah pentingnya pelatihan untuk mendukung pengaplikasian VLab dalam meningkatkan kualitas pembelajaran biologi di SMA.

Kata kunci: *digital learning*; laboratorium virtual; pembelajaran biologi

Abstract

Technology in education, including Virtual Laboratory (VLab), has become an increasingly important topic in efforts to increase learning effectiveness, so training is needed to implement it. This service aims to provide teacher training using VLab in biology learning. This research uses a participatory training model, which consists of 5 stages, namely: 1) needs analysis; 2) create a training plan; 3) implementation of training; 4) discussion and reflection; 5) evaluation and follow-up plan. Participants in this training were 33 biology teachers throughout Sukoharjo Regency who have used or had the potential to use VLab in their learning. The needs analysis results show that most teachers have not applied VLab in biology learning. Teachers also experience obstacles in applying VLab due to age, lack of motivation, lack of training, technological limitations, limited content availability, class management challenges, administrative support, internet connection, and how to evaluate assessments in VLab. The results of this needs analysis were used to conduct training for high school biology MGMP teachers in Sukoharjo Regency for 1 week to optimize teachers' understanding and skills in applying VLab in biology learning. The training results show that it meets teachers' expectations to improve their pedagogical abilities in applying VLab. The implication of this research

is the importance of training to support the application of VLab in improving the quality of biology learning in high school.

Keywords: biology learning; digital learning; virtual laboratory

PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan teknologi, pembelajaran berbasis teknologi menjadi semakin penting dalam pendidikan (Crompton & Sykora, 2021; Kurniawan et al., 2020). Teknologi memungkinkan akses terhadap informasi dan sumber daya pembelajaran dari mana saja dan kapan saja. Hal ini memungkinkan pembelajaran menjadi lebih fleksibel dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan individu. Digital learning menjadi semakin penting dalam konteks pendidikan di abad 21 karena dapat membuat pembelajaran menjadi lebih interaktif dan menarik bagi siswa (Koyunlu Ünüü & Dökme, 2020). Berbagai media dalam digital learning, seperti gambar, video, dan simulasi, dapat digunakan untuk menggambarkan konsep-konsep yang sulit dipahami dengan cara konvensional. Salah satu pembelajaran yang sulit dipahami dengan cara konvensional adalah pembelajaran biologi (Radivojević et al., 2020; Yazdani et al., 2020).

Tujuan utama dari pembelajaran biologi adalah untuk memahami siswa tentang konsep-konsep dasar kehidupan, proses-proses biologis, interaksi organisme dengan lingkungannya, dan pentingnya konservasi keanekaragaman hayati (Yli-Panula et al., 2018). Selain memahami konsep-konsep biologi, pembelajaran biologi juga bertujuan untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis (Riyanto et al., 2020), berpikir kreatif, berkomunikasi, bekerja sama, dan beradaptasi dengan teknologi baru (Kwangmuang et al., 2021). Dengan demikian, pembelajaran biologi tidak hanya berfokus pada penguasaan materi, tetapi juga pada pengembangan keterampilan dan sikap yang penting untuk kehidupan dan karier di masa depan (Wibowo & Sadikin, 2019). Pemahaman konsep dan pengembangan keterampilan siswa dalam pembelajaran biologi dapat dilakukan di laboratorium karena mereka dapat melihat fenomena biologi secara langsung (Wang et al., 2020), memanipulasi sampel atau organisme (Benkova et al., 2020), dan mengamati hasil dari percobaan mereka sendiri (Errington et al., 2021).

Namun, banyak sekolah di Indonesia yang tidak memiliki laboratorium biologi yang memadai atau cukup peralatan praktikum. Hal ini dapat menghambat siswa untuk mendapatkan pengalaman praktis yang memadai (Khairani, 2020; Masruri, 2020; Syam & Kurniasih, 2023). Di beberapa daerah, akses terhadap informasi dan sumber daya pembelajaran tentang biologi masih terbatas. Hal ini dapat membatasi kemampuan siswa untuk mendapatkan pengetahuan yang mutakhir. Beberapa siswa kurang tertarik atau termotivasi dalam pembelajaran biologi karena menganggap materi tersebut sulit dipahami atau kurang relevan dengan kehidupan sehari-hari mereka (Khairani, 2020). Konsep-konsep biologi yang abstrak atau kompleks, seperti evolusi atau genetika, dapat sulit dipahami oleh sebagian besar siswa (Azizah & Alberida, 2021). Salah satu solusi untuk menghadapi permasalahan dalam pembelajaran biologi adalah dengan mengimplementasikan digital learning (Byukusenge et al., 2024). Dengan kemajuan teknologi, digital learning terus berkembang dan menawarkan solusi yang lebih inovatif dan efektif dalam pembelajaran biologi salah satunya adalah VLab (Muhamad et al., 2012).

VLab memungkinkan akses terhadap praktikum biologi secara virtual dari mana saja dan kapan saja. Ini sangat bermanfaat bagi sekolah yang tidak memiliki laboratorium biologi atau memiliki keterbatasan akses (Sari et al., 2020). Dalam konteks pembelajaran biologi, VLab dapat menyediakan berbagai macam simulasi atau eksperimen virtual yang mencakup berbagai konsep dan topik dalam biologi (Myburgh, 2022; Zaturrahmi et al., 2020). Misalnya, VLab dapat menyediakan simulasi tentang proses fotosintesis (Tomkins, 2023), struktur dan fungsi sel, evolusi, dan interaksi organisme dengan lingkungan (Ali et al., 2022). Keuntungan utama dari penggunaan VLab dalam pembelajaran biologi adalah aksesibilitas, keselamatan, dan efisiensi (Aulia Najiyah et al., 2021; Ayega & Khan, 2020; Byukusenge et al., 2024). VLab juga memungkinkan siswa untuk mengulangi eksperimen atau simulasi dengan variasi kondisi atau parameter tertentu (Hamed & Aljanazrah, 2020;

Pelatihan penggunaan *digital learning* dalam pembelajaran biologi melalui *Virtual Laboratory* (VLAB) bagi guru biologi se-kabupaten Sukoharjo.

Mikropoulos & Natsis, 2011), sehingga membantu mereka memahami konsep-konsep biologi dengan lebih baik (Ali et al., 2022; Byukusenge et al., 2024; Reeves & Crippen, 2021). Selain itu, VLab dapat menyediakan umpan balik secara instan tentang hasil eksperimen, membantu siswa untuk memperbaiki pemahaman mereka tentang materi yang dipelajari (Reeves & Crippen, 2021).

Namun belum semua guru dapat mengimplementasikan VLab dalam pembelajaran mereka. Hal ini didukung oleh hasil wawancara dengan beberapa guru biologi MGMP di Sukoharjo, yang menunjukkan bahwa sebagian guru belum memiliki keterampilan teknologi yang cukup untuk menggunakan VLab secara efektif. Selain itu, beberapa guru merasa lebih nyaman menggunakan metode pengajaran tradisional. Permasalahan selanjutnya adalah beberapa guru menyatakan bahwa dalam pembelajaran biologi, penggunaan laboratorium fisik tidak selalu diterapkan. Hal ini karena tidak semua teori dalam biologi dapat didukung oleh praktikum, terutama karena harga alat dan bahan yang mahal dan sulit dijangkau. Maka dari itu, dibutuhkan sosialisasi dan pelatihan penggunaan VLab (Firda et al., 2021) terhadap guru biologi. Dengan menggunakan VLab, guru biologi dapat meningkatkan kualitas pendidikan di bidang biologi (Soraya et al., 2022). Hal ini dapat membantu mencapai SDGs 4, yaitu memastikan pendidikan yang inklusif, berkualitas, dan merata, serta mendorong kesempatan belajar seumur hidup untuk semua orang. Dengan memungkinkan akses terhadap pengalaman praktis melalui VLab, sosialisasi dan pelatihan ini dapat membantu mengurangi ketimpangan dalam pendidikan (Grobler, 2022). Hal ini sesuai dengan target SDG 4.5 untuk mengurangi kesenjangan pendidikan dan meningkatkan kesempatan belajar bagi semua orang. Sosialisasi dan pelatihan VLab dapat mendorong inovasi dalam metode pembelajaran. Hal ini dapat membantu mencapai SDGs 4.7 yang menekankan pentingnya pembelajaran yang berbasis keterampilan, termasuk keterampilan digital (Poo et al., 2023). Sosialisasi dan pelatihan VLab dapat membantu guru biologi untuk mengembangkan keterampilan dalam menggunakan teknologi dalam pembelajaran. Hal ini dapat meningkatkan kualitas pembelajaran biologi yang mereka berikan kepada siswa. Pelatihan VLab dapat membantu guru biologi untuk meningkatkan keterampilan mereka dalam merancang dan mengelola pembelajaran menggunakan teknologi. Hal ini dapat membantu mereka untuk menjadi lebih efektif dalam menyampaikan materi dan mengelola kelas dan mendorong inovasi dalam metode pembelajaran biologi. Guru yang terampil dalam menggunakan teknologi ini dapat menciptakan pengalaman belajar yang lebih menarik dan efektif bagi siswa (Romano et al., 2023).

METODE

Diagnosa Masalah

Diagnosa masalah bertujuan untuk analisis kebutuhan guru dalam pembelajaran biologi di SMA dengan cara menyebar angket. Survey dilakukan untuk mengetahui pengalaman guru menggunakan VLab, pemahaman terkait VLab, dan faktor yang mempengaruhi minat dalam implementasi VLab. Data angket dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Kegiatan diagnose melalui eksplorasi ini digunakan sebagai dasar untuk sosialisasi dan pelatihan terhadap guru biologi terhadap pentingnya VLab dalam pembelajaran biologi.

Partisipan

Partisipan dalam kegiatan sosialisasi dan pelatihan implementasi VLab dilakukan kepada 33 guru biologi se-kabupaten Sukoharjo. Guru yang terlibat dalam kegiatan ini adalah guru MGMP pada jenjang SMA.

Prosedur Pelaksanaan

Metode pelatihan ini menggunakan model latihan partisipatif (*Participatory Training Model*) dengan melibatkan guru biologi pada jenjang SMA. Prosedur pelaksanaan kegiatan ini terdiri dari 5 tahapan, yaitu: 1) melakukan analisis kebutuhan terkait implementasi VLab pada pembelajaran biologi; 2) membuat rencana pelatihan yang mencakup pengenalan konsep-konsep dasar digital learning, aplikasi praktis dalam pembelajaran biologi, dan penggunaan laboratorium virtual; 3)

Pelatihan penggunaan *digital learning* dalam pembelajaran biologi melalui *Virtual Laboratory* (VLAB) bagi guru biologi se-kabupaten Sukoharjo.

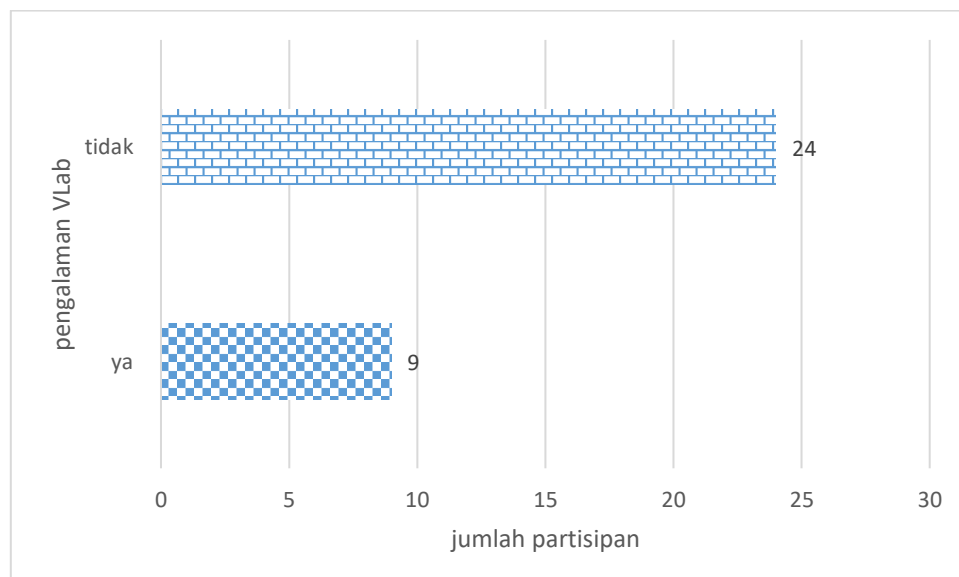
pelaksanaan pelatihan dengan memberikan penjelasan tentang tujuan, konsep Digital Learning, struktur, dan manfaat, serta melakukan demonstrasi praktis tentang cara menggunakan platform Digital Learning dan laboratorium virtual yang akan digunakan; 4) diskusi dan refleksi untuk mengevaluasi, berbagi pengalaman, dan memberikan umpan balik terhadap implementasi VLab; 5) Evaluasi dan Rencana Tindak lanjut dilakukan dengan cara memberikan angket berisi kepuasan peserta setelah melaksanakan pelatihan aplikasi VLab dalam pembelajaran biologi. Rencana tindak lanjut dilakukan dengan observasi untuk mengetahui peserta mengimplementasikan VLab dalam pembelajarannya di kelas. Kegiatan pelatihan ini dilakukan selama 1 minggu untuk melatih keterampilan guru dalam menggunakan VLab

HASIL DAN PEMBAHASAN

VLab berfungsi sebagai alternatif laboratorium yang memfasilitasi kegiatan praktikum siswa pada pembelajaran biologi, sehingga penting untuk meningkatkan pemahaman dan praktik guru dalam penggunaan VLab pada pembelajaran biologi di era digital ini. Kegiatan pelatihan penggunaan VLab ini dilaksanakan melalui beberapa tahapan yaitu analisis kebutuhan, perencanaan pelatihan, pelaksanaan kegiatan, diskusi dan refleksi, serta rencana tindak lanjut yang dijabarkan sebagai berikut:

Analisis kebutuhan

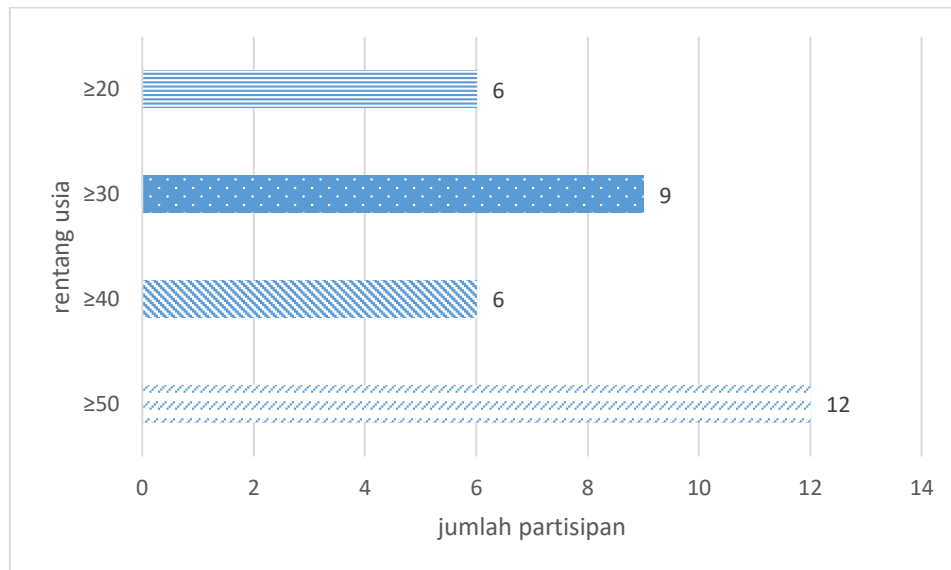
Berdasarkan hasil kegiatan pelatihan tahap pertama, yaitu analisis kebutuhan melalui survei, bertujuan untuk mengetahui sejauh mana pemahaman guru mengenai VLab dan faktor-faktor yang mempengaruhi guru dalam penggunaan VLab. Hasil wawancara menunjukkan bahwa dalam pembelajaran, guru biasanya menggunakan teknologi yang membantu dalam proses pembelajaran. Namun, berdasarkan hasil survei, sebagian besar guru telah mengaplikasikan VLab dalam pembelajarannya, sedangkan sisanya masih belum mengetahui secara menyeluruh tentang VLab, yang digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengalaman Guru Mengaplikasikan VLab.

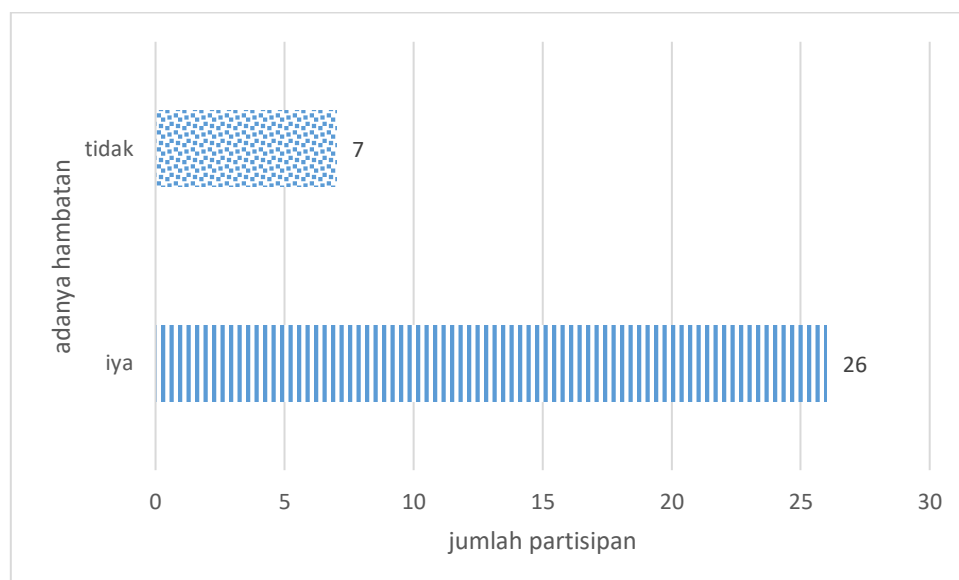
Gambar 1. menunjukkan bahwa sebanyak 24 dari 33 guru belum pernah mengaplikasikan VLab dalam pembelajarannya. Hal ini dapat disebabkan karena sebagian besar guru kurang familiar dengan VLab dan cara mengaplikasikannya. Berdasarkan pendapat Khukalenko et al (2022) guru yang lebih senior menunjukkan kurang familiar terhadap teknologi (Khukalenko et al., 2022). Hal ini didukung oleh hasil survei yang menunjukkan bahwa sebagian guru biologi di Sukoharjo berusia di atas 40 tahun, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2.

Pelatihan penggunaan *digital learning* dalam pembelajaran biologi melalui *Virtual Laboratory* (VLAB) bagi guru biologi se-kabupaten Sukoharjo.



Gambar 2. Usia Partisipan/Guru dalam Pelatihan VLab.

Hasil survey menunjukkan paling dominan usia guru lebih dari 50 yaitu sebanyak 12 Guru, lebih dari 40 sebanyak 6 guru, lebih dari 30 sebanyak 9 guru, dan kurang dari 20 tahun sebanyak 6 guru. Faktor usia mempengaruhi guru dalam mengaplikasikan VLab dikarenakan guru kurang terbiasa menggunakan teknologi atau media digital. Hal ini sejalan dengan pendapat Kolil & Achuthan (2023) bahwa faktor usia dapat mempengaruhi penerimaan guru terhadap penggunaan Virtual Laboratory dalam pengajaran biologi karena adanya perbedaan dalam tingkat kenyamanan dan kebiasaan dalam menggunakan teknologi (Kolil & Achuthan, 2023). Hal ini juga dibuktikan berdasar hasil survey pada gambar 3.

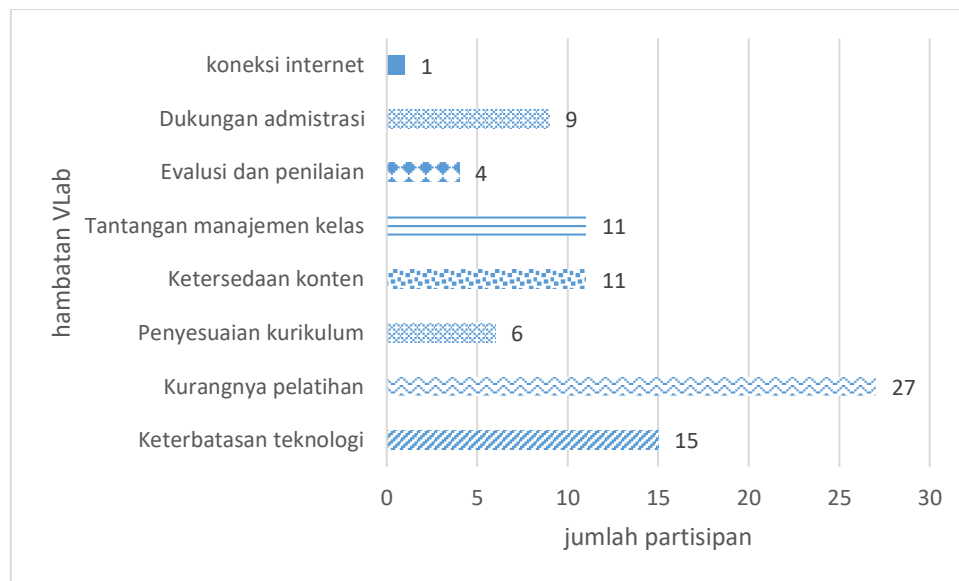


Gambar 3. Adanya Hambatan Guru dalam Mengaplikasikan VLab.

Hasil survei menunjukkan bahwa 26 dari 33 guru mengalami hambatan atau kesulitan teknis dalam menggunakan VLab, sedangkan 7 lainnya sudah terbiasa menggunakan VLab. Survei ini juga menunjukkan bahwa generasi yang lebih muda lebih terbiasa dan nyaman dengan penggunaan teknologi dalam pembelajaran, sehingga cenderung lebih terbuka terhadap penggunaan VLab. Di sisi lain, generasi yang lebih tua memiliki tingkat kenyamanan yang lebih rendah dalam menggunakan

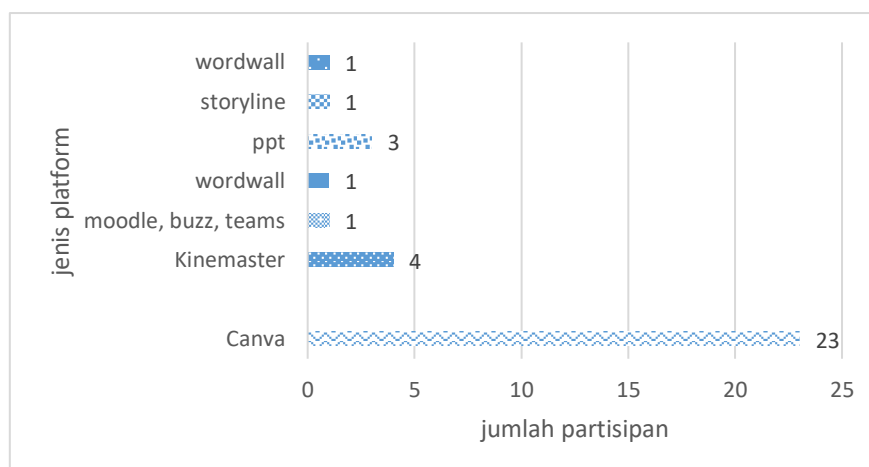
Pelatihan penggunaan *digital learning* dalam pembelajaran biologi melalui *Virtual Laboratory* (VLAB) bagi guru biologi se-kabupaten Sukoharjo.

teknologi, sehingga kurang terampil terhadap penggunaan VLab. Selain itu, hambatan guru dalam mengaplikasikan VLab juga ditunjukkan pada Gambar 4



Gambar 4. Hambatan Guru dalam Mengaplikasikan VLab.

Gambar 4. menunjukkan bahwa 27 guru mengalami hambatan dalam impelentasi VLab karena kurangnya pelatihan, 15 guru mengalami hambatan karena keterbatasan teknologi, 11 guru mengalami hambatan karena ketersediaan konten yang terbatas, 11 guru menyatakan kesulitan karena adanya tantangan manajemen kelas, 9 guru merasa kurangnya administrasi, 1 guru menyatakan koneksi internet yang kurang mendukung, dan 4 guru merasa kesulitan dalam cara mengevaluasi penilaiannya. Adanya hambatan ini dapat disebabkan oleh kurangnya motivasi dan keterampilan guru dalam mengaplikasikan VLab. Menurut Achuthan et al (2023) dengan pelatihan yang memadai, guru dapat mengembangkan keterampilan dan pengetahuan yang diperlukan untuk mengintegrasikan VLab dalam pengajaran mereka dengan lebih efektif (Achuthan et al., 2023). Ini akan membantu guru lebih terbuka terhadap teknologi baru dan lebih siap untuk mengatasi tantangan yang mungkin muncul dalam penggunaan VLab. Namun, hasil angket menunjukkan guru masih memiliki motivasi untuk terus belajar dan terampil dalam menggunakan teknologi digital, sebagaimana ditunjukkan pada survei pada Gambar 5.

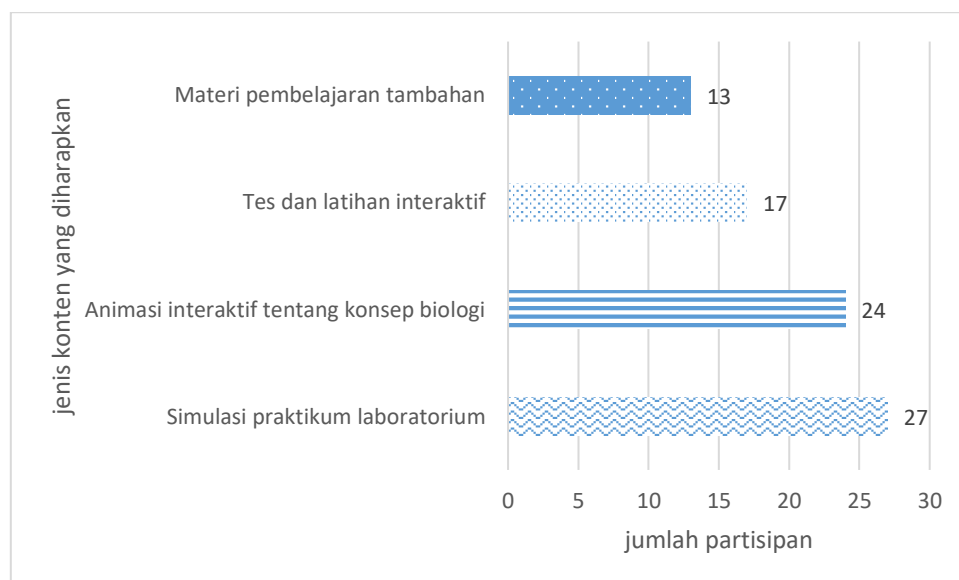


Gambar 5. Media Pembelajaran yang Sering digunakan Guru

Pelatihan penggunaan *digital learning* dalam pembelajaran biologi melalui *Virtual Laboratory* (VLAB) bagi guru biologi se-kabupaten Sukoharjo.

Hasil survey menunjukkan 23 guru lebih sering menggunakan canva sebagai media pembelajarannya, 4 guru sering menggunakan kinemaster, 3 guru menggunakan ppt, 1 wordwall, 1 storyline, dan 1 guru sering menggunakan media moodle, bus, dan teams. Guru yang sering menggunakan media pembelajaran digital akan lebih terbuka terhadap penggunaan VLab dalam pengajaran mereka. Mereka sudah terbiasa dengan konsep pengajaran yang melibatkan teknologi dan mungkin lebih mudah untuk mengintegrasikan VLab ke dalam pembelajaran biologi. Hal ini sejalan dengan pendapat Penn & Mavuru (2020) bahwa faktor media pembelajaran yang sering digunakan oleh guru dapat mempengaruhi penerimaan mereka terhadap penggunaan VLab dalam pengajaran biologi karena tingkat kenyamanan, keahlian, dan pengalaman yang dimiliki guru dengan media pembelajaran tersebut (Penn & Mavuru, 2020).

Adanya pelatihan dalam mengaplikasikan VLab akan membantu guru untuk meningkatkan keterampilannya menggunakan media digital, sehingga membantu untuk memfasilitasi pemahaman dan keterampilan berpikir siswa dalam pembelajaran biologi. Selain itu, pelatihan yang diharapkan oleh guru terkait pelatihan ini adalah VLab yang memberikan aspek materi sebagai tambahan, adanya tes dan latihan soal, animasi kreatif tentang konsep biologi, dan simulasi praktikum laboratorium yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Jenis Konten yang Diharapkan dalam Pelatihan VLab

Hasil survey menunjukkan 27 guru mengharapkan VLab yang akan dijadikan bahan untuk pelatihan memenuhi kriteria adanya simulasi praktikum biologi terkait materi yang abstrak dan tidak dapat dilakukan pembuktian di laboratorium fisik seperti evolusi, genetika dan lainnya. Selanjutnya 24 guru mengharapkan VLab dapat mewadahi animasi interaktif, 17 guru mengharapkan VLab dapat mewadahi adanya tes dan latihan soal yang inetraktif, serta 13 guru mengharapkan terdapat materi pendukungnya. Menurut Aljuhani (2018) bahwa tujuan VLab adalah memfasilitasi kegiatan ilmiah yang tidak bisa dijangkau melalui laboratorium fisik, lebih efektif dari segi biaya dan waktu (Aljuhani et al., 2018). Sehingga melalui hasil survey kebutuhan dari pelatihan ini, guru MGMP biologi di Sukaharjo akan terus termotivasi untuk mengimplementasikan VLab dalam pembelajarannya.

Rencana pelatihan

Hal pertama yang dilakukan adalah menntukan tujuan pelatihan yaitu Meningkatkan pemahaman dan keterampilan guru Biologi dalam memanfaatkan Digital Learning dan laboratorium virtual untuk meningkatkan pembelajaran di kelas. Setelah itu, membuat desain pelatihan, yaitu Menggunakan pendekatan partisipatif yang melibatkan diskusi kelompok, praktek langsung, studi kasus, dan refleksi Bersama. Rencana pelatihan dilakukan selama satu minggu.

Pelatihan penggunaan *digital learning* dalam pembelajaran biologi melalui *Virtual Laboratory* (VLAB) bagi guru biologi se-kabupaten Sukoharjo.

Tabel 1. Rencana Pelatihan VLab

No	Rencana pelatihan	Waktu
1	Menentukan tujuan pelatihan	1 hari
2	Menentukan desain pelatihan	
3	Menentukan materi pelatihan	
4	Penyampaian materi penerapan pelatihan VLab dalam Pembelajaran Biologi	2 hari
5	Praktek Langsung dan Kolaborasi	
6	Evaluasi Hasil dan Umpan Balik	1 hari
7	Perencanaan Implementasi di Sekolah	2 hari
8	Penyusunan Rencana Tindak Lanjut	1 hari

Pelaksanaan kegiatan pelatihan

Materi pelatihan terdiri dari: 1) Penjelasan tentang tujuan, manfaat, dan struktur pelatihan; 2) Pembentukan kelompok kerja dan pembagian tugas; 3) Demonstrasi platform Digital Learning yang akan digunakan; 4) Demonstrasi penggunaan laboratorium virtual untuk eksperimen simulasi; 5) Bimbingan Kelompok kecil melakukan praktek menggunakan platform Digital Learning laboratorium virtual; 6) Diskusi kelompok untuk mengidentifikasi solusi dan strategi yang efektif tentang penggunaan teknologi dalam pembelajaran biologi; 7) Refleksi tentang pengalaman praktek dan diskusi hari ini; 8) Evaluasi efektivitas pelatihan dalam mencapai tujuan yang telah ditetapkan; 9) Pengembangan rencana tindak lanjut untuk mendukung penggunaan berkelanjutan Digital Learning laboratorium virtual; 10) Penutupan pelatihan dengan menyampaikan apresiasi kepada peserta dan instruktur.

**Gambar 7.** Pelaksanaan Pelatihan VLab

Pelaksanaan pelatihan dilakukan dengan memberikan pemahaman kepada guru pengertian dari VLab, tujuan dan manfaat dari VLab, serta memperkenalkan berbagai VLab kepada guru. Beberapa VLab yang dapat diakses secara gratis untuk pembelajaran biologi diantaranya *Phet (interactive simulation)*, *Biology simulation*, dan *Solve the Outbreak di situs CDC (Center for Disease Control and Prevention)*.

Diskusi refleksi

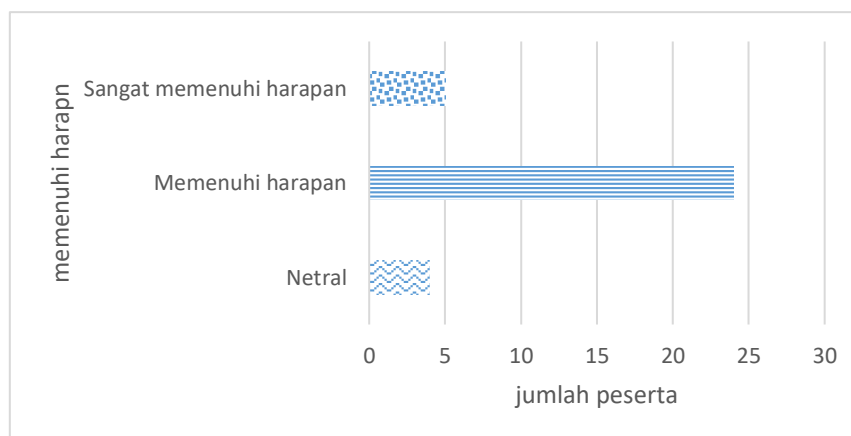
Kegiatan diskusi dilakukan setelah pelatihan penggunaan VLab untuk mengetahui kesulitan maupun pengalaman para guru. Beberapa pertanyaan dari partisipan ditanggapi oleh narasumber yang ditunjukkan pada Tabel 2.

Pelatihan penggunaan *digital learning* dalam pembelajaran biologi melalui *Virtual Laboratory (VLAB)* bagi guru biologi se-kabupaten Sukoharjo.

Tabel 2. Ringkasan Kegiatan Diskusi

Tema diskusi	Ringkasan diskusi
Relevansi dan Implementasi VLab dalam Kondisi Keterbatasan Sarana dan Prasarana Sekolah	VLab akan memungkinkan siswa untuk mengakses laboratorium dan sumber daya pendidikan dari mana saja dan kapan saja. Ini sangat berguna untuk siswa yang berada di daerah terpencil atau memiliki keterbatasan akses ke fasilitas fisik. Beberapa VLab juga bisa digunakan secara <i>offline</i> . Jika ada keterbatasan perangkat, sekolah bisa membuat jadwal bergilir untuk penggunaan VLab. Misalnya, satu kelas menggunakan perangkat di hari tertentu, kemudian bergantian dengan kelas lain. Jika VLab belum memungkinkan, sekolah bisa memaksimalkan penggunaan laboratorium fisik yang sudah ada. Pengalaman praktis di laboratorium nyata juga sangat penting dalam proses belajar mengajar. VLab bukanlah suatu kewajiban, namun sebagai alternatif untuk mengatasi permasalahan pemahaman siswa pada materi yang tidak dimungkinkan melakukan kegiatan praktikum atau eksperimen di laboratorium fisik seperti pada materi genetika, evolusi, dan lainnya.

Setelah kegiatan diskusi, dilanjutkan dengan kegiatan refleksi dan tindak lanjut. Kegiatan refleksi dilakukan dengan menyebarkan survey kepada guru untuk mengetahui persepsi keberhasilan dari pelatihan penggunaan VLab pada pembelajaran biologi. Hasil refleksi menunjukkan guru merasa kegiatan pelatihan sudah memenuhi harapan para guru MGMP Biologi se-Kabupaten Sukoharjo yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Pelatihan Memenuhi Harapan

Hasil survey menunjukkan bahwa harapan guru terhadap pelatihan untuk mengaplikasikan VLab telah terpenuhi. Guru-guru merasa bahwa mereka mendapatkan pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk mengimplementasikan VLab dalam pengajaran sehari-hari mereka. Guru-guru juga merespons dengan positif terhadap kualitas dan materi yang disampaikan selama pelatihan. Hal ini menunjukkan bahwa program pelatihan telah dirancang dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan mereka dalam mengadopsi teknologi VLab. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan penelitian Anfa et al (2021) bahwa melalui pelatihan VLab dapat membantu guru dalam kegiatan praktikum berbasis online (Anfa et al., 2021). Prayogi (2023) menambahkan melalui pelatihan penggunaan VLab terhadap guru, guru mampu mengimplementasikannya dan berhasil meningkatkan hasil belajar siswanya (Prayogi, 2023). Sehingga, rencana tindak lanjut selanjutnya dari pelatihan ini yaitu memonitoring penggunaan VLab sebagai media pembelajaran digital pada pembelajaran biologi, guru dapat memberikan pengalaman pembelajaran yang lebih interaktif dan relevan bagi siswa untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di kelas.

Pelatihan penggunaan *digital learning* dalam pembelajaran biologi melalui *Virtual Laboratory* (VLAB) bagi guru biologi se-kabupaten Sukoharjo.

SIMPULAN DAN SARAN

Pelatihan ini menunjukkan bahwa faktor-faktor seperti pengalaman menggunakan teknologi, motivasi, pelatihan, serta ketersediaan dan kualitas sarana prasarana (Sarpras) memainkan peran penting dalam mempengaruhi penerimaan guru terhadap penggunaan VLab dalam pengajaran biologi. Pelatihan penggunaan digital learning dalam pembelajaran biologi melalui laboratorium virtual bagi guru biologi se-Kabupaten Sukoharjo merupakan inisiatif penting untuk meningkatkan kualitas pembelajaran biologi. Melalui pelatihan ini, para guru mendapatkan pengetahuan dan keterampilan yang diperlukan untuk mengintegrasikan teknologi digital dalam proses pembelajaran. Penggunaan laboratorium virtual memungkinkan guru memberikan pengalaman belajar yang lebih interaktif dan mendalam kepada siswa, meskipun dengan keterbatasan fasilitas laboratorium fisik. Pelatihan ini dirancang untuk memenuhi kebutuhan spesifik guru, dengan metode simulasi dan praktik langsung. Evaluasi berkelanjutan dan dukungan setelah pelatihan memastikan bahwa guru dapat menerapkan teknologi ini secara efektif di kelas. Program ini juga didukung dengan fasilitas teknologi yang memadai dan koneksi internet yang stabil di setiap sekolah. Selanjutnya diharapkan adanya penelitian kuantitatif untuk mengetahui keefektifan Virtual Lab yang telah diimplementasikan oleh guru terhadap keterampilan abad 21 siswa.

DAFTAR RUJUKAN

- Achuthan, K., Kolil, V. K., & Jyothy, S. N. (2023). Effectiveness of Virtual Laboratory Teacher Training Workshops: A Kirkpatrick Model Analysis. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 18(15). <https://doi.org/10.3991/ijet.v18i15.40037>
- Ali, N., Ullah, S., & Khan, D. (2022). Interactive Laboratories for Science Education: A Subjective Study and Systematic Literature Review. *Multimodal Technologies and Interaction*, 6(10). <https://doi.org/10.3390/mti6100085>
- Aljuhani, K., Sonbul, M., Althabiti, M., & Meccawy, M. (2018). Creating a Virtual Science Lab (VSL): the adoption of virtual labs in Saudi schools. *Smart Learning Environments*, 5(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-018-0067-9>
- Anfa, Q., Aryungga, S. D. E., & ... (2021). Pelatihan Di Masa Pandemi Covid-19 Tentang Pembuatan Lembar Petunjuk Praktikum Ipa Berbasis Laboratorium Virtual. ... *Dan Pengabdian 2021*.
- Aulia Najiyah, P. S., Dwisandi, R. F., Nizar Maulana, M., & Hernawati, D. (2021). Bio-VLab: Virtual Laboratory Based on Android Educational Game. *Pancaran Pendidikan*, 10(1). <https://doi.org/10.25037/pancaran.v10i1.286>
- Ayega, D., & Khan, A. (2020). Students Experience on the Efficacy of Virtual Labs in Online Biology. *ACM International Conference Proceeding Series*. <https://doi.org/10.1145/3439147.3439170>
- Azizah, N., & Alberida, H. (2021). Seperti Apa Permasalahan Pembelajaran Biologi pada Siswa SMA? *Journal for Lesson and Learning Studies*, 4(3). <https://doi.org/10.23887/jlls.v4i3.38073>
- Benkova, M., Soukup, O., & Marek, J. (2020). Antimicrobial susceptibility testing: currently used methods and devices and the near future in clinical practice. *Journal of Applied Microbiology*, 129(4). <https://doi.org/10.1111/jam.14704>
- Byukusenge, C., Nsanganwimana, F., & Tarmo, A. P. (2024). Investigating the effect of virtual laboratories on students' academic performance and attitudes towards learning biology. *Education and Information Technologies*, 29(1). <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12351-x>
- Crompton, H., & Sykora, C. (2021). Developing instructional technology standards for educators: A design-based research study. *Computers and Education Open*, 2. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2021.100044>
- Errington, T. M., Mathur, M., Soderberg, C. K., Denis, A., Perfito, N., Iorns, E., & Nosek, B. A. (2021). Investigating the replicability of preclinical cancer biology. *ELife*, 10. <https://doi.org/10.7554/eLife.71601>
- Firda, A., Afidah, M., & Wahyuni, S. (2021). Sosialisasi Pemanfaatan Aplikasi Laboratorium Virtual Dalam Pembelajaran. *DINAMISIA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 5(5).

Pelatihan penggunaan *digital learning* dalam pembelajaran biologi melalui *Virtual Laboratory* (VLAB) bagi guru biologi se-kabupaten Sukoharjo.

- <https://doi.org/https://doi.org/10.31849/dinamisia.v5i4.3495>
- Grobler, S. (2022). *Quality Education in the Context of the Sustainable Development Goals : An Interpretation Model*. 34(1), 153–164.
- Hamed, G., & Aljanazrah, A. (2020). THE EFFECTIVENESS OF USING VIRTUAL EXPERIMENTS ON STUDENTS' LEARNING IN THE GENERAL PHYSICS LAB. *Journal of Information Technology Education: Research*, 19. <https://doi.org/10.28945/4668>
- Khairani, S. H. (2020). Analisis Pelaksanaan Praktikum Biologi dan Permasalahannya di SMAN 2 Lintau Buo. *Institut Agama Islam Negeri Batu Sangkar, Agustus 2020*.
- Khukalenko, I. S., Kaplan-Rakowski, R., An, Y., & Iushina, V. D. (2022). Teachers' perceptions of using virtual reality technology in classrooms: A large-scale survey. *Education and Information Technologies*, 27(8). <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11061-0>
- Kolil, V. K., & Achuthan, K. (2023). Longitudinal study of teacher acceptance of mobile virtual labs. *Education and Information Technologies*, 28(7). <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11499-2>
- Koyunlu Ünuü, Z., & Dökme, İ. (2020). The Effect of Technology-Supported Inquiry-Based Learning in Science Education: Action Research. *Journal of Education in Science, Environment and Health*, 6(2). <https://doi.org/10.21891/jeseh.632375>
- Kurniawan, E., Eva, B., Dafip, M., & Sriyanto, S. (2020). A teaching based technology in geography learning. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 15(4). <https://doi.org/10.18844/cjes.v15i4.5058>
- Kwangmuang, P., Jarutkamolpong, S., Sangboonraung, W., & Daungtod, S. (2021). The development of learning innovation to enhance higher order thinking skills for students in Thailand junior high schools. *Heliyon*, 7(6). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07309>
- Masruri, M. (2020). IDENTIFIKASI HAMBATAN PELAKSANAAN PRAKTIKUM BIOLOGI DAN ALTERNATIF SOLUSINYA DI SMA NEGERI 1 MOGA. *Perspektif Pendidikan Dan Keguruan*, 11(2). [https://doi.org/10.25299/perspektif.2020.vol11\(2\).5259](https://doi.org/10.25299/perspektif.2020.vol11(2).5259)
- Mikropoulos, T. A., & Natsis, A. (2011). Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research (1999-2009). *Computers and Education*, 56(3). <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.10.020>
- Muhamad, M., Zaman, H. B., & Ahmad, A. (2012). Virtual Biology Laboratory (VLab-Bio): Scenario-Based Learning Approach. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 69. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.11.395>
- Myburgh, P. H. (2022). Reflecting on the Creation of Virtual Laboratory Experiences for Biology Students. *Frontiers in Education*, 7. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.796840>
- Penn, M., & Mavuru, L. (2020). Assessing pre-service teachers' reception and attitudes towards virtual laboratory experiments in life sciences. *Journal of Baltic Science Education*, 19(6). <https://doi.org/10.33225/JBSE/20.19.1092>
- Poo, M. C. P., Lau, Y. Y., & Chen, Q. (2023). Are Virtual Laboratories and Remote Laboratories Enhancing the Quality of Sustainability Education? In *Education Sciences* (Vol. 13, Issue 11). <https://doi.org/10.3390/educsci13111110>
- Prayogi, S. (2023). Pemanfaatan Virtual Laboratory dalam Pemahaman Fisika Siswa SMA IT Al Uswah Surabaya. *Jurnal.Matradipti.Org*, 1.
- Radivojević, T., Costello, Z., Workman, K., & Garcia Martin, H. (2020). A machine learning Automated Recommendation Tool for synthetic biology. *Nature Communications*, 11(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18008-4>
- Reeves, S. M., & Crippen, K. J. (2021). Virtual Laboratories in Undergraduate Science and Engineering Courses: a Systematic Review, 2009–2019. *Journal of Science Education and Technology*, 30(1). <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09866-0>
- Riyanto, Amin, M., Suwono, H., & Lestari, U. (2020). The new face of digital books in genetic learning: A preliminary development study for students' critical thinking. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(10). <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i10.14321>
- Romano, M., Frolli, A., Aloisio, A., Russello, C., Rega, A., Cerciello, F., & Bisogni, F. (2023). Exploring the Potential of Immersive Virtual Reality in Italian Schools: A Practical Workshop with High

Pelatihan penggunaan *digital learning* dalam pembelajaran biologi melalui *Virtual Laboratory* (VLAB) bagi guru biologi se-kabupaten Sukoharjo.

- School Teachers. *Multimodal Technologies and Interaction*, 7(12). <https://doi.org/10.3390/mti7120111>
- Sari, N. P., Yusuf, M., & Yamtinah, S. (2020). Opportunities to Use Virtual Laboratories to Facilitate Biology Learning in High Schools. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 7(2), 809–820.
- Soraya, G. V., Astari, D. E., Natzir, R., Yustisia, I., Kadir, S., Hardjo, M., Nurhadi, A. A., Ulhaq, Z. S., Rasyid, H., & Budu, B. (2022). Benefits and challenges in the implementation of virtual laboratory simulations (vLABs) for medical biochemistry in Indonesia. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 50(2). <https://doi.org/10.1002/bmb.21613>
- Syam, Y. R., & Kurniasih, S. (2023). Kebutuhan Terhadap Laboratorium Virtual Berbasis Masalah pada Materi Sistem Peredaran Darah. *Jurnal Imiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, 7(1). <https://doi.org/10.23887/jipp.v7i1.57970>
- Tomkins, M. (2023). Towards modelling emergence in plant systems. *Quantitative Plant Biology*, 4. <https://doi.org/10.1017/qpb.2023.6>
- Wang, L., Kwiatek, G., Rybacki, E., Bonnelye, A., Bohnhoff, M., & Dresen, G. (2020). Laboratory Study on Fluid-Induced Fault Slip Behavior: The Role of Fluid Pressurization Rate. *Geophysical Research Letters*, 47(6). <https://doi.org/10.1029/2019GL086627>
- Wibowo, Y. G., & Sadikin, A. (2019). Biology in the 21st-Century: Transformation in biology science and education in supporting the sustainable development goals. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 5(2). <https://doi.org/10.22219/jpbi.v5i2.7956>
- Yazdani, A., Lu, L., Raissi, M., & Karniadakis, G. E. (2020). Systems biology informed deep learning for inferring parameters and hidden dynamics. *PLoS Computational Biology*, 16(11). <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1007575>
- Yli-Panula, E., Jeronen, E., Lemmetty, P., & Pauna, A. (2018). Teaching methods in biology promoting biodiversity education. *Sustainability (Switzerland)*, 10(10). <https://doi.org/10.3390/su10103812>
- 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). <https://doi.org/10.24042/ijsme.v3i2.6474>