

Review: Laboratorium Virtual untuk Pembelajaran Kimia di Era Digital

Lestari^{1*}, Lisa Aprilia², Nezalsa Fortuna³, Risky Nor Cahyo⁴, Suci Fitriani⁵,
Yuni Mulyana⁶, Pintaka Kusumaningtyas⁷

^{1,2,3,4,5,6,7}Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Mulawarman, Samarinda 75117, Indonesia
e-mail korespondensi: *tarilestari2401@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.34312/jjec.v5i1.15008>

Abstrak

Pesatnya perkembangan teknologi informasi di era digital harus dimanfaatkan secara optimal untuk meningkatkan kualitas pembelajaran kimia. Di era digital ini, penggunaan laboratorium virtual dapat menggantikan laboratorium nyata sebagai sarana untuk membuktikan teori, hukum, dan konsep kimia. Kajian ini menelaah berbagai platform laboratorium virtual yang dapat digunakan dalam pembelajaran kimia. Platform laboratorium virtual yang dikaji dalam artikel ini adalah *Chemcollective*, Laboratorium Maya, *PhET*, dan *Olabs*. Setiap platform laboratorium virtual yang dikaji memiliki kelebihan dan kekurangan, sehingga informasi ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan bagi guru dalam memilih platform laboratorium virtual yang sesuai dengan tujuan pembelajaran kimia yang telah dirancang.

Kata kunci: Laboratorium Virtual; Pembelajaran Kimia; Media Digital

Abstract

The rapid development of information technology in the digital era must be optimally utilized to improve the quality of chemistry learning. In this digital age, the use of virtual laboratories can replace real laboratories to prove chemical theories, laws, and concepts. This study examines various virtual laboratory platforms that can be used in chemistry learning. The virtual lab platforms studied in this article are Chemcollective, Virtual Laboratories, PhET, and Olabs. Each virtual laboratory platform studied has advantages and disadvantages, so this information is expected to be a consideration for teachers in choosing a virtual laboratory platform that is in accordance with the chemistry learning objectives that have been designed.

Keywords: *Virtual Laboratory; Chemistry Learning; Digital Media*

The format cites this article in APA style:

Lestari., Aprilia, L., Fortuna, N., Cahyo, R. N., Fitriani, S., Mulyana, Y., & Kusumaningtyas, P. (2023). Review: Laboratorium Virtual untuk Pembelajaran Kimia di Era Digital. *Jambura Journal of Educational Chemistry*, 5(1), 1-10. <https://doi.org/10.34312/jjec.v5i1.15008>

PENDAHULUAN

Kimia sebagai salah satu cabang dari Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) yang berperan penting dalam pembelajaran di sekolah, mempelajari berbagai komposisi, sifat, struktur, perubahan dan energi. Ilmu kimia juga mempelajari mengenai fenomena alam. Fenomena alam tersebut dapat dijelaskan berdasarkan konsep-konsep, teori-teori, dan hukum-hukum dari ilmu kimia. Dalam

mempelajari konsep, teori, dan hukum tersebut, kimia mengaitkan tiga level, yakni makroskopik, mikroskopik, dan simbolik (Redhana et al., 2020) Penyampaian ilmu kimia di sekolah haruslah berpedoman dengan tuntutan global, yaitu berupa pemahaman konsep, teori, dan hukum yang menyeluruh berdasarkan ketiga level yang telah disebutkan di atas, khususnya level mikroskopik

yang membutuhkan pelaksanaan praktikum dalam penyampaianya.

Praktikum merupakan salah satu sarana yang dapat digunakan untuk memberikan pemahaman kimia pada level mikroskopik. Namun, kegiatan praktikum kimia di sekolah seringkali tidak dapat terlaksana akibat kurangnya sarana dan prasarana yang tersedia ataupun keterbatasan sumber daya yang mengelola kegiatan praktikum tersebut. Terhambatnya pelaksanaan praktikum dalam pembelajaran kimia tersebut membuat kondisi ideal yang diharapkan dalam pembelajaran kimia menjadi tidak dapat terwujud, sehingga mengakibatkan, kurangnya minat terhadap pembelajaran kimia, kurangnya pemahaman konsep, tidak terpenuhinya keterampilan abad-21, tidak terciptanya keterampilan literasi sains dan tidak terciptanya pemahaman level makroskopik, simbolik dan mikroskopik siswa (Ningsih et al., 2019; Nisa, 2017).

Salah satu solusi untuk mengatasi kendala pelaksanaan praktikum kimia di sekolah adalah dengan menggunakan media pembelajaran berbasis laboratorium virtual. Penggunaan media pembelajaran laboratorium virtual dapat digunakan dalam berbagai strategi pembelajaran yang digunakan oleh guru di sekolah. Laboratorium virtual merupakan platform, perangkat lunak, atau media multisensori yang berisi simulasi kegiatan di laboratorium konvensional, dalam penggunaannya laboratorium virtual memerlukan perangkat keras seperti komputer, gawai, konsol, dan perangkat realitas virtual (Hermansyah et al., 2015; Wibawanto, 2020). Laboratorium virtual menurut Sanova, (2017) adalah *software* berisi alat-alat laboratorium yang berfungsi sebagaimana alat riil sehingga membantu siswa mengamati langkah-langkah percobaan sambil memperhatikan gambar, seolah-olah mereka melakukan interaksi melakukan praktikum mandiri yang dapat dilakukan dimanapun dan kapanpun. Menurut Musyaillah & Muhab, (2020) laboratorium virtual adalah koalisi antara perangkat keras dan sistem perangkat lunak yang dapat melaksanakan praktikum sains tanpa kontak langsung dengan alat dan bahan yang sebenarnya. Berdasarkan beberapa pengertian laboratorium virtual di atas, dapat disimpulkan

bahwasannya laboratorium virtual merupakan media pembelajaran yang dapat digunakan pada pelaksanaan pembelajaran secara tatap muka (*offline*) maupun jarak jauh (*online*).

Laboratorium virtual memiliki kelebihan diantaranya adalah dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis dalam penelitian ilmiah, meningkatkan motivasi siswa dalam pembelajaran kimia, membuat siswa menjadi aktif dan mandiri dalam proses pembelajaran, meningkatkan keterampilan proses sains, serta meningkatkan sikap ilmiah siswa (Gaffar & Sugandi, 2019; Musyaillah & Muhab, 2020; Wulandari & Vebrianto, 2017). Maksum & Saragih, (2020) dalam penelitiannya juga membuktikan bahwa penggunaan laboratorium virtual dapat meminimalisir kecelakaan dan kesalahan kerja saat praktikum.

Terdapat berbagai macam platform laboratorium virtual yang tersedia untuk pembelajaran kimia. Oleh karena itu, kajian mengenai keunggulan dan kelemahan berbagai platform laboratorium virtual yang tersedia tersebut sangat penting agar guru dapat memilih platform laboratorium virtual yang sesuai dengan tujuan dan strategi pembelajarannya.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam *literature review* ini berjenis *narrative review*. Sumber yang digunakan dalam proses pencarian artikel ini bersumber dari *google scholar*. Kata kunci yang digunakan yaitu laboratorium virtual (*virtual laboratory*), pembelajaran kimia (*chemistry learning*), platform media digital dengan menggunakan jurnal sebanyak 33 buah. Jurnal-jurnal tersebut kemudian diskriminasi dan didapat 5 jurnal internasional dan 28 jurnal nasional untuk ditinjau lebih lanjut. Selain itu, digunakan 1 buah *e-book* yang juga didapatkan melalui *google scholar* sebagai penambahan dalam pengertian pada setiap pembahasan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Peranan Laboratorium Virtual dalam Pembelajaran Kimia

Kimia adalah mata pelajaran di SMA yang menerapkan eksperimen atau kegiatan praktikum

untuk meningkatkan keterampilan personal siswa (Tirmizi & Rahmanpiu, 2022). Kegiatan praktikum memerlukan sarana yaitu laboratorium, akan tetapi tidak semua sekolah dapat melaksanakan kegiatan praktikum karena terbatasnya sarana dan prasarana fasilitas laboatorium. Ditambah lagi dengan keadaan sebelumnya yaitu pandemi virus Covid-19 yang mengganggu kegiatan praktikum di sekolah dan mengharuskan siswa untuk belajar di rumah sehingga alternatif untuk melaksanakan kegiatan praktikum adalah dengan penggunaan laboratorium virtual (Sugiharti & Sugandi, 2020).

Laboratorium virtual merupakan laboratorium yang menampilkan alat-alat dalam bentuk perangkat lunak (*software*) komputer berbasis multimedia interaktif. Laboratorium virtual dioperasikan dengan perangkat lunak, komputer atau alat elektronik lain yang dapat mendemonstrasikan kegiatan di dalam laboratorium sehingga pengguna merasa seperti bekerja pada laboratorium sebenarnya (Adha & Wahyuni, 2020). Laboratorium virtual berbasis komputer memungkinkan siswa melakukan praktikum atau eksperimen dengan fenomena atau set peralatan laboratorium yang nyata (Rahayuningtyas & Jannah, 2020). Dengan demikian dapat disimpulkan laboratorium virtual adalah media pembelajaran multimedia interaktif yang memberikan pengalaman simulasi kegiatan praktikum kepada pengguna secara mandiri di mana pun dan kapan pun seperti bekerja pada laboratorium nyata.

Laboratoium virtual menjadi solusi karena memiliki peranan dalam pembelajaran kimia yang memerlukan pembuktian teori, hukum, dan konsep. Selain itu dapat mengatasi permasalahan tidak tersedianya fasilitas laboratorium dan mengurangi kesalahan serta kecelakaan kerja saat melakukan praktikum (Dewi et al., 2019; Maksun & Saragih, 2020). Penerapan laboratorium virtual mampu meningkatkan pemahaman siswa mengenai materi dengan kompleksitas tinggi, mengintegrasikan keterampilan abad ke-21, memvisualisasikan konsep abstrak menjadi konkret, menunjang pembelajaran yang berpusat pada siswa, mengurangi kecemasan dalam menghadapi laboratorium nyata dan meningkatkan *self-efficacy* siswa sehingga mereka dapat menjadi unit

pendukung yang mampu untuk proses pembelajaran kimia (Setiawati et al., 2021; Hendrajanti, 2022; Hikmah et al., 2017). Laboratorium virtual memiliki peranan lain yakni dapat menambah literasi siswa di bidang Teknologi dan Ilmu Komunkasi (TIK), melatih keterampilan berpikir kritis, meningkatkan hasil belajar di bidang afektif, melatih keterampilan proses sains, meningkatkan kemampuan menulis dan/atau membuat laporan. Laboratorim virtual juga memiliki kelebihan dapat dilakukan di mana saja dan kapan saja sehingga siswa bisa mengulang praktikum berulang kali hingga dirasa paham (Kartika et al., 2019; Lutfi & Hidayah, 2017; Mauliza, 2018).

Laboratorium virtual selain memiliki peranan keunggulan dalam pembelajaran kimia juga memiliki kekurangan yang jika dibandingkan dengan laboratorium riil di antaranya ialah, pelaksanaan laboratorium virtual yang bersifat mandiri atau individu membuat kurangnya keterampilan komunikasi dan kolaborasi antar siswa. Hal ini sejalan dengan penelitian Dewi et al., (2019) bahwa interaksi siswa dengan siswa lainnya cenderung kurang dibandingkan dengan pembelajaran dengan praktikum riil. Kurangnya pengaplikasian rumus atau perhitungan juga menjadi kekurangan dalam penggunaan laboratorium virtual (Hikmah et al., 2017). Adapun keterampilan dalam menggunakan alat dan bahan kimia secara nyata juga menjadi salah satu kekurangan dalam pengaplikasian laboratorium virtual, hal ini dilandaskan oleh penelitian langsung yang dilakukan Dewi et al., (2019) dan Maksun & Saragih, (2020) kurangnya penggunaan seluruh indera siswa, mengakibatkan laboratorium virtual tidak bisa ditserapkan secara penuh menggantikan laboratorium riil.

Platform Laboratorium Virtual dalam Pembelajaran Kimia

a. *Chemcollective*

Laboratorium virtual *Chemcollective* merupakan salah satu situs jaringan (*website*) yang berisi simulasi laboratorium konvensional yang dikembangkan oleh Carnegie Mellon University dengan menyediakan simulasi virtual berupa alat bantu praktikum. Situs laboratorium virtual ini dapat diakses melalui: www.chemcollective.org.

Chemcollective juga dilengkapi dengan bahan bacaan digital yang dapat diakses secara *online* (Ningsih et al., 2019). *Chemcollective* memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret dengan tiruan-tiruan bentuk yang sangat mendekati suasana praktikum riil tanpa adanya resiko kesalahan di laboratorium (Bakar et al., 2020).

Tampilan pada halaman utama ketika memasuki situs *Chemcollective* terdapat pada Gambar 1. Halaman utama ini menampilkan pengertian dari laboratorium virtual, dan berbagai fitur yang berisi petunjuk penggunaan *Chemcollective*.



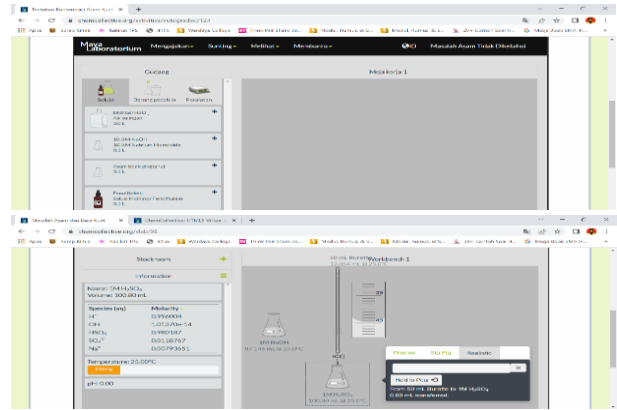
Gambar 1. Tampilan halaman utama pada *Chemcollective*

Halaman utama juga menampilkan berbagai topik materi yang jika diklik akan muncul tampilan seperti pada Gambar 2. Tampilan ini menyajikan kembali berbagai sub topik yang bisa digunakan dalam simulasi praktikum secara *online*.



Gambar 2 Tampilan halaman topik materi pada *Chemcollective*

Ketika pengguna mengklik menu salah satu materi yang ingin dipraktikkan kemudian mengklik ikon yang bertuliskan pergi (*go*), maka tampilan akan muncul seperti pada Gambar 3.



Gambar 3. Tampilan halaman kerja praktikum *online* pada *Chemcollective*

Tampilan Gambar 3 ini merupakan meja kerja untuk melaksanakan praktikum dengan berbagai alat bahan yang bisa digunakan sebagai penunjang praktikum dari materi yang diinginkan. Tampilan ini juga menyediakan berbagai fitur lain seperti menambahkan atau membersihkan meja kerja ketika mengklik fitur *sunting (edit)*, dan menonton video panduan praktikum ketika mengklik fitur *membantu (help)*.

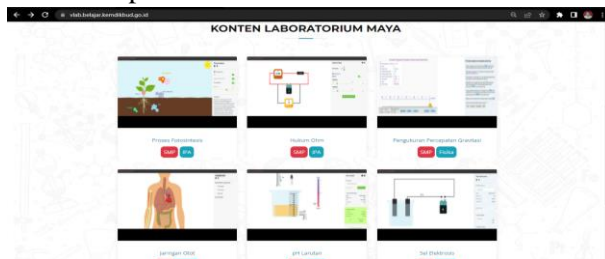
b. Laboratorium Maya

Laboratorium Maya merupakan salah satu fitur dalam portal Rumah Belajar yang dirancang oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan yang dapat diakses peserta didik, guru, orang tua, dan masyarakat luas dengan alamat URL: <http://belajar.kemdikbud.go.id>. Kegiatan yang dilakukan melalui fitur Laboratorium Maya ini dapat digunakan dimana saja dan kapan saja secara gratis melalui jaringan internet (Ardius, 2019). Selain itu, laboratorium maya ini juga dapat digunakan untuk melakukan kegiatan-kegiatan praktikum ilmiah yang tidak mengharuskan keberadaan peserta didik dan guru berada pada ruang laboratorium. Tampilan pada halaman utama ketika memasuki situs Laboratorium Maya dapat dilihat pada Gambar 4.



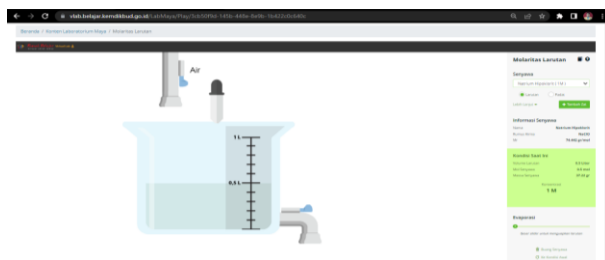
Gambar 4. Tampilan halaman utama pada Laboratorium Maya

Halaman utama menampilkan pengertian dari Laboratorium Maya dan fitur “konten lab maya” yang akan menampilkan berbagai konten yang telah disediakan seperti pada Gambar 5. Laboratorium Maya ini dapat digunakan tanpa *login*, tetapi tetap menyediakan fitur *login* bagi guru dan siswa pada halaman utama.



Gambar 5 Tampilan konten Laboratorium Maya

Tampilan pada Gambar 5 menampilkan berbagai konten Laboratorium Maya yang dapat digunakan dalam simulasi praktikum secara *online*. Pengguna dapat memilih konten apa yang akan digunakan dengan mengklik judul konten tersebut, dan selanjutnya akan muncul seperti pada Gambar 6.



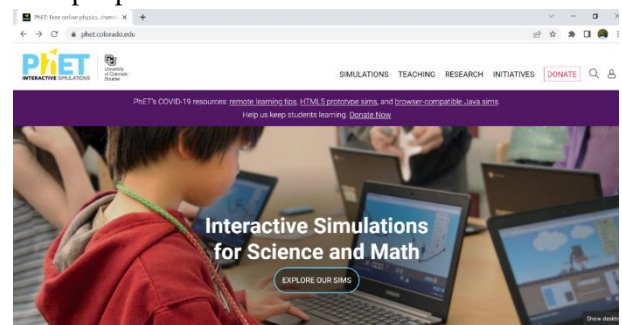
Gambar 6. Tampilan halaman kerja praktikum *online* pada Laboratorium Maya

Bagian ini menampilkan meja kerja dengan alat dan bahan yang bisa digunakan sebagai penunjang materi praktikum yang diinginkan secara *online*. Bagian ini juga menyediakan berbagai fitur lain seperti teori yang menunjang kegiatan praktikum dan bantuan yang berisi prosedur kerja

yang membantu pengguna dalam melakukan praktikum.

c. *Physics Education Technology (PhET)*

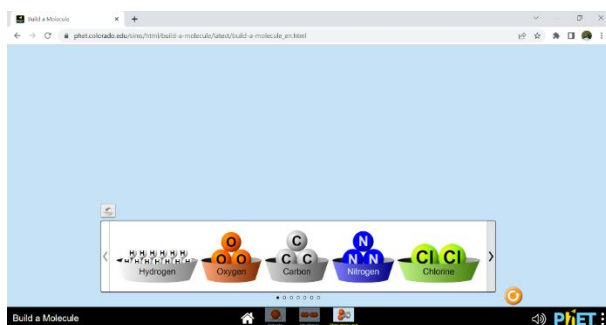
Physics Education Technology (PhET) merupakan media simulasi interaktif yang didirikan pada tahun 2002 oleh Pemenang Nobel Carl Wieman dari University of Colorado di Boulder Amerika. PhET merupakan media berbasis penelitian yang mampu menggabungkan fenomena kehidupan dengan ilmu pengetahuan yang dimiliki siswa. Media ini dapat digunakan melalui jaringan internet (*online*) maupun tanpa jaringan internet (*offline*) secara gratis melalui <https://phet.colorado.edu>. Penggunaan simulasi secara *offline* dapat diunduh melalui *website* PhET (Supurwoko et al., 2017). Simulasi tersebut diunduh dalam bentuk file html serta dapat dibagikan ke *Google Classroom*, *Facebook* dan *Twitter*. Dengan adanya simulasi PhET, guru dan siswa dapat melihat materi yang abstrak menjadi materi yang dapat dilihat langsung melalui animasi berbasis komputer. Tampilan halaman utama situs PhET terdapat pada Gambar 7.



Gambar 7. Tampilan utama *website* PhET

Fitur-fitur pada menu “*simulations*” dapat menunjukkan tampilan keseluruhan simulasi serta simulasi khusus mata pelajaran tertentu seperti fisika, kimia, matematika, ilmu bumi serta biologi. PhET memiliki 159 simulasi interaktif serta fitur “*translated sims*” untuk menerjemahkan situs ke dalam 109 bahasa. PhET juga terdapat fitur mengenai cara penggunaan, pencarian aktivitas, serta pembagian aktivitas yang ditunjukkan pada ikon “*teaching*”. Cara menggunakan simulasi praktikum kimia di PhET adalah dengan klik “*simulations*”, kemudian klik “*chemistry*”. Setelah itu, akan muncul tampilan berbagai simulasi kimia. Klik materi yang diinginkan, maka akan muncul

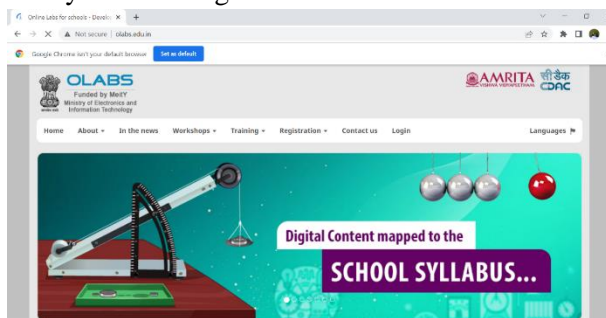
tampilan seperti pada Gambar 8. Simulasi tersebut dapat menunjukkan nama molekul serta bentuk 3D dari molekul yang disusun.



Gambar 8. Tampilan halaman kerja praktikum *online* pada PhET

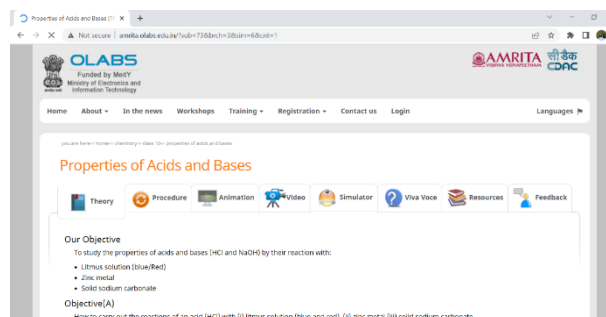
d. OLabs

OLabs (<http://www.olabs.edu.in/>) merupakan media laboratorium virtual yang dicetuskan oleh CDAC Mumbai dan Universitas Amrita dan didanai oleh *Department of Electronics and Information Technology (Deity)*. OLabs merupakan media berbasis eksperimen yang dapat digunakan dengan sistem bimbingan belajar secara perseorangan, sehingga siswa dapat melaksanakan kegiatan praktikum atau melakukan eksperimen secara fleksibel, yaitu dilakukan kapan saja dan di mana saja, lebih murah serta lebih efisien. Laboratorium *online* (OLabs) dapat mendukung gaya belajar siswa melalui tutorial, animasi, video, grafik, simulasi serta ringkasan dengan informasi rinci (Bhati & Kumar, 2020; Novitasari et al., 2021). Tampilan halaman utama situs OLabs terdapat pada Gambar 9. Pada tampilan utama, terdapat beberapa menu fitur. Pada menu "About" terdapat fitur *Frequently Asked Questions* (FAQ), yang berisi kumpulan pertanyaan dan jawaban yang sering ditanyakan tentang OLabs.



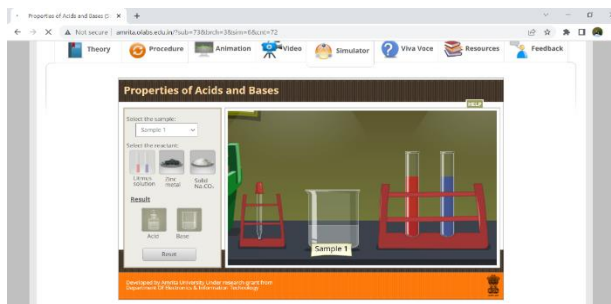
Gambar 9. Tampilan utama *website* OLabs

Pada menu "In the news" berisi berita-berita yang berkaitan dengan OLabs. Selain itu, OLabs juga memfasilitasi pelaksanaan *workshops*. Pada menu "Training" berisi jumlah sekolah dan guru yang terlatih menggunakan OLabs. Menu "Registration" digunakan untuk pendaftaran akun untuk guru, siswa maupun lembaga pendidikan yaitu sekolah. OLabs memiliki fitur untuk menerjemahkan situs ke dalam 8 bahasa. Eksperimen pada OLabs terdiri dari mata pelajaran Fisika, Kimia, Biologi dari kelas 9 hingga kelas 12, serta pelajaran Bahasa Inggris dan Matematika untuk kelas 9 dan 10. Cara menggunakan simulasi praktikum kimia di OLabs adalah dengan klik "chemistry" pada menu "Home". Setelah itu, akan muncul tampilan berbagai eksperimen kimia. Klik materi yang diinginkan, maka akan muncul tampilan seperti pada Gambar 10. Pada tampilan tersebut, terdapat beberapa menu ikon. Pada menu "Theory" berisi tujuan percobaan dan teori pengantar mengenai percobaan tersebut. Pada menu "Procedure" terdapat gambar alat dan bahan yang digunakan dalam kegiatan praktikum. Selain itu, terdapat prosedur atau langkah-langkah kegiatan praktikum yang dilakukan secara nyata maupun secara simulasi menggunakan OLabs.



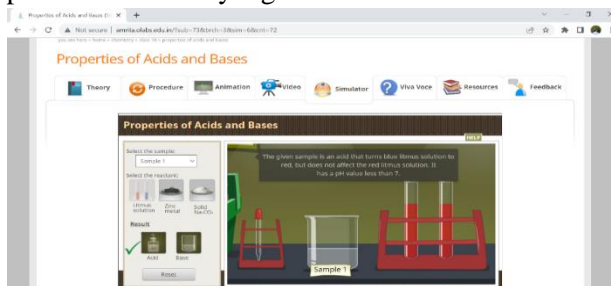
Gambar 10. Tampilan materi sifat asam dan basa

Pada menu "Animation" terdapat link Youtube berupa video animasi mengenai eksperimen kegiatan yang dilakukan menggunakan OLabs. Sedangkan pada menu "Video" terdapat link Youtube mengenai video praktikum yang dilakukan secara nyata. Kedua video tersebut dapat menjadi petunjuk atau gambaran bagi pengguna dalam melakukan simulasi pada menu "Simulator". Tampilan menu "Simulator" ditunjukkan seperti Gambar 11.



Gambar 11. Tampilan halaman kerja praktikum *online* pada Olabs

Setelah pengaplikasian simulasi eksperimen, maka akan muncul hasil eksperimen seperti terjadi perubahan warna pada larutan lakmus. Seperti pada tampilan Gambar 12, Olabs memberikan penjelasan singkat mengenai perubahan tersebut. Selain itu, pada menu “*Viva Voce*” terdapat fitur soal-soal latihan atau *post test* untuk mengetahui pemahaman siswa terhadap praktikum virtual yang telah dilaksanakan.



Gambar 12. Tampilan hasil eksperimen dan penjelasannya

Kelebihan dan Kekurangan Platform Laboratorium Virtual

Platform laboratorium virtual yang telah dikaji dalam artikel ini memiliki kelebihan serta kekurangan tersendiri dari segi perangkat, pengaplikasian platform, materi pembelajaran kimia, dan tampilannya. Perbandingan dari kelebihan dan kekurangan yang telah dirangkum dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan beberapa platform laboratorium virtual

Aspek	Chem collective	Lab. Maya	PhET	Olabs
Perangkat	Fleksibel namun disarankan menggunakan laptop	Fleksibel namun disarankan menggunakan laptop	Fleksibel	Fleksibel
Kemudahan akses	Berbasis internet	Berbasis internet dan tanpa internet	Berbasis internet dan tanpa	Berbasis internet

Aspek	Chem collective	Lab. Maya	PhET	Olabs
Pengoperasian	Tanpa akun	Tanpa atau dengan registrasi akun	internet dengan mengunduh data	Tanpa atau dengan registrasi akun
Fasilitas unggulan	Video tutorial, latihan soal.	Teori, prosedur kerja tertulis	Tips mengajar, topik materi, tujuan pembelajaran	Video tutorial, tujuan, teori percobaan, prosedur kerja tertulis, latihan soal, dan lembar penilaian
Desain tampilan	Kurang interaktif	Menarik dan berwarna	Menarik dan berwarna	Menarik dan berwarna
Bahasa	Inggris, Italia dan Spanyol	Indonesia	109 bahasa termasuk bahasa Inggris dan bahasa Indonesia	8 bahasa termasuk bahasa Inggris
Simulasi	118 simulasi	17 simulasi	29 simulasi	43 simulasi

Tabel 1 merupakan perbandingan platform yang dapat menjadi pertimbangan bagi guru untuk menentukan platform laboratorium virtual yang dapat digunakan dalam proses pembelajaran kimia. Berdasarkan tabel 1 dapat diketahui bahwa keempat platform dapat diakses dengan laptop dan android dalam penggunaannya, namun pada platform *chemcollective* dan laboratorium maya disarankan menggunakan laptop, dengan pertimbangan yaitu jika menggunakan android harus dalam mode desktop tetapi menampilkan tampilan yang kecil sehingga menyulitkan dalam melakukan simulasinya.

Keempat platform dapat diakses menggunakan internet, namun pada platform laboratorium maya dan PhET dapat juga diakses tanpa internet dengan mengunduh terlebih dahulu data dari simulasi yang diinginkan.

Seluruh platform dapat diaplikasikan tanpa akun. Namun, untuk platform Laboratorium Maya, PhET, dan Olabs dapat menggunakan akun untuk mendapatkan fitur yang lebih lengkap. Pada PhET ada beberapa fitur login untuk beberapa kalangan, seperti guru, pelajar, peneliti penerjemah, orang tua, administrator sekolah, spesialis kurikulum, spesialis media/IT, serta penyedia produk pendidikan, sehingga aktivitas pada platform PhET dapat

menyesuaikan kalangan tersebut. Contohnya pada kalangan guru, mendapat fitur tips mengajar menggunakan simulasi. Sedangkan pada platform Olabs, guru dan siswa dapat mengorganisir aktivitas yang dilakukan di platform tersebut.

Keempat platform memiliki tampilan dan fasilitas dengan keunggulan masing-masing yang telah tercantum pada tabel 1. Dari keempat platform tersebut yang menyediakan fitur Bahasa Indonesia hanya Laboratorium Maya dan PhET. Namun, dua platform lainnya bisa menggunakan Bahasa Indonesia dengan bantuan terjemahan dari browser yang digunakan.

Berbagai jenis materi simulasi yang disediakan dalam keempat platform dapat dilihat pada tabel 2. Keempat platform memiliki materi simulasi yang berbeda dalam penyediaannya, untuk menentukan platform apa yang bisa digunakan sesuai dengan materi yang diinginkan guru dan siswa bisa mempertimbangkan materi yang telah disediakan platform.

Tabel 2. Jenis materi simulasi yang disediakan platform laboratorium virtual

Platform	Materi Simulasi yang Disediakan
Chemcollective	Stoikiometri, Termokimia, Kinetika, Keseimbangan, Kimia Asam-Basa, Kelarutan, Elektrokimia dan Reaksi Redoks, Kimia Analitik/Teknik Laboratorium, Kimia Fisika, dan Sifat Solusi
Laboratorium Maya	Ikatan Kima, Stoikiometri, Asam Basa, Larutan Penyangga, Hidrolisis Garam, Titrasi Asam Basa, Elektrokimia dan Reaksi Redoks, Keseimbangan, Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit, Sifat Koligatif Larutan, Laju Reaksi, Hidrokarbon, dan Karbohidrat dan Protein.
PhET	Bentuk dan Perubahan Energi, Polaritas Molekul, Hamburan Rutherford, Molekul dan Cahaya, Gelombang pada Tali, Skala pH, Larutan Asam-Basa, Hukum Beer, Molaritas, dan Atom.
Olabs	Reaksi Redoks, Stoikiometri, Senyawa Anorganik, Senyawa Organik, Karbohidat, Lipid, Protein, Kromatografi Kertas, Turunan Alkana, Koloid, Termokimia, Hidrokarbon, Asam-Basa, Pemisahan Campuran, Keseimbangan Kimia, Pengenalan Ilmu Kimia, Identifikasi Kation dan Anion, Persamaan Reaksi, Hidrolisis Garam, Campuran dan Senyawa.

Guru dan siswa dapat menyesuaikan penggunaan platform dengan materi pembelajaran yang diterapkan berdasarkan tabel jenis materi simulasi setiap platform di atas. Penggunaan laboratorium virtual pada materi larutan elektrolit dan non elektrolit dapat meningkatkan keterampilan generik sains siswa dan meningkatkan afektifitas siswa (Musyailah & Muhab, 2020), sehingga dalam pembelajaran materi tersebut dapat

menggunakan platform Laboratorium Maya. Kartika et al., (2019) dan Hendrajanti, (2022) menggunakan laboratorium virtual dalam penelitiannya untuk materi titrasi asam basa dapat meningkatkan hasil belajar siswa, sehingga dalam pembelajaran materi tersebut dapat menggunakan platform *Chemcollective* dan Laboratorium Maya.

Laboratorium virtual pada materi laju reaksi dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Putri et al., (2017) sehingga platform laboratorium virtual yang dapat digunakan dalam pembelajaran laju reaksi adalah Laboratorium Maya. Pada penelitian Hasibuan, (2021) penggunaan laboratorium virtual pada materi koloid dapat meningkatkan hasil belajar, sehingga platform yang dapat digunakan dalam pembelajaran materi tersebut adalah Olabs.

Keempat platform pada Tabel 2 dapat digunakan dalam materi larutan asam basa, karena Rizkiana et al., (2018) membuktikan bahwa penggunaan laboratorium virtual dalam materi tersebut dapat meningkatkan hasil belajar siswa. Sedangkan, platform laboratorium maya dapat digunakan untuk materi hidrolisis garam dan larutan penyangga, karena dalam penelitian Risna et al., (2017) dan Muhali et al., (2021) penggunaan laboratorium virtual dalam materi tersebut dapat meningkatkan hasil belajar, keterampilan metakognitif, dan pembentukan konsep siswa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil review literatur, dapat disimpulkan bahwa platform laboratorium virtual yang bisa digunakan dalam pembelajaran kimia dengan mempertimbangkan kelebihan, kekurangan, dan ketersediaan materi platform masing-masing di antaranya yaitu: Chemcollective, Laboratorium Maya, PhET, dan Olabs, sehingga dalam penggunaannya guru dapat mempertimbangkan platform laboratorium virtual yang digunakan agar tercapai tujuan yang diinginkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada dosen pembimbing Dr. Pintaka Kusumaningtyas, S.Pd., M.Si. dalam memberikan bimbingan dan arahan kepada kami.

DAFTAR PUSTAKA

- Adha, D. F., & Wahyuni, I. (2020). Penerapan Model Inquiry Training Menggunakan Media Laboratorium Virtual (Online Labs) Terhadap Keterampilan Proses Sains pada Pelajaran Fisika di SMA. *Jurnal Ikatan Alumni Fisika Universitas Negeri Medan*, 6(3), 23–27.
- Ardius, A. (2019). Pemanfaatan Laboratorium Maya: Peluang dan Tantangan. *Jurnal Teknodik*, 24(2), 147–160.
- Bakar, A., Haryanto, H., Afrida, A., & Sanova, A. (2020). Implementasi Pembelajaran Sains Kimia Berbasis Eksperimen Menggunakan Aplikasi Virtual Lab Authoring Tool Chemcollective. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Pinang Masak*, 1(2), 40–47.
- Bhati, P., & Kumar, I. (2020). Role of library professionals in a pandemic situation like COVID-19. *International Journal of Library and Information Studies*, 10(2), 33–48.
- Dewi, A., Tika, N., & Suardana, I. N. (2019). Komparasi Praktikum Riil Dan Praktikum Virtual terhadap Hasil Belajar Kimia Siswa Sma Pada Pembelajaran Larutan Penyangga. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia*, 3(2), 85–93.
- Gaffar, A. A., & Sugandi, M. K. (2019). Pengembangan Media Perangkat Pembelajaran Berbasis Praktikum Virtual untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa SMA. *Jurnal Biotek*, 7(2), 96–110.
- Hasibuan, S. R. (2021). Efektivitas Penggunaan E-Modul Sistem Koloid Berbasis Inkuiri Terbimbing Terintegrasi Laboratorium Virtual Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Kelas XI SMAS Nurul 'Ilmi. *Ranah Research: Journal of Multidisciplinary Research and Development*, 3(2), 7–12.
- Hendrajanti, P. (2022). Discovery Learning Berbantuan Virtual Chemistry Laboratory untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa. *Ideguru: Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 7(2), 188–196.
- Hermansyah, H., Gunawan, G., & Herayanti, L. (2015). Pengaruh penggunaan laboratorium virtual terhadap penguasaan konsep dan kemampuan berpikir kreatif siswa pada materi getaran dan gelombang. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 1(2), 97–102.
- Hikmah, N., Saridewi, N., & Agung, S. (2017). Penerapan laboratorium virtual untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa. *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*, 2(2), 186–195.
- Kartika, H. S., Harjono, Sumarni, W., & Murbangun. (2019). Kontribusi virtual laboratory pada pembelajaran titrasi asam-basa dengan predict-observe-explain terhadap hasil belajar dan keterampilan berpikir kritis. *Jurnal Phenomenon*, 09(2), 190–205.
- Lutfi, A., & Hidayah, R. (2017). Training science process skills using virtual laboratory on learning acid, base, and salt. *JCER (Journal of Chemistry Education Research)*, 1(2), 56–61.
- Maksum, A. H., & Saragih, Y. (2020). Analisis penerapan virtual laboratorium versus reality laboratorium. *Jurnal Tiarsie*, 17(2), 47–52.
- Mauliza, N. (2018). Pengaruh Laboratorium Virtual Terhadap Hasil Belajar dan Sikap Siswa Dalam Pembelajaran Kimia. *Prosiding Seminar Nasional Mipa IV*, 286–291.
- Muhali, M., Asy'ari, M., & Sukaisih, R. (2021). Model Pembelajaran Inquiry Terbimbing Terintegrasi Laboratorium Virtual untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep dan Keterampilan Metakognitif Siswa. *Empiricism Journal*, 2(2), 73–84.
- Musyailah, D. A., & Muhab, S. (2020). Pengaruh Integrasi Laboratorium Virtual dalam Model Pembelajaran Problem Solving Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Elektrolit dan Non elektrolit. *Jurnal Riset Pendidikan Kimia (JRPK)*, 10(1), 46–52.
- Ningsih, R. D., Natasyah, E., Ananta, S., Fitra, P., Novianty, R., & Rahma, N. (2019). Pegasus: Penerapan Teknologi Menggunakan Chemcollective's Virtual Chemistry Laboratory. *Jurnal Pengabdian UntukMu NegeRI*, 3(1), 73–79.
- Nisa, U. M. (2017). Metode praktikum untuk meningkatkan pemahaman dan hasil belajar siswa kelas V MI YPPI 1945 Babat pada materi zat tunggal dan campuran. *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Enviromental, and Learning*, 15(1), 62–68.
- Novitasari, S., Tulandi, D. A., & Lolowang, J.

- (2021). Pengembangan panduan praktikum online menggunakan smartphone berbasis aplikasi phypox. *Charm Sains: Jurnal Pendidikan Fisika*, 2(1), 35–42.
- Putri, E. P. K., Hamzah, H. B., & Tiwow, V. M. A. (2017). Perbedaan Model Pembelajaran Modified Free Inquiry (MFI) Berbasis Laboratorium Riil Dengan Virtual Pada Pokok Bahasan Laju Reaksi Terhadap Hasil Belajar Kimia Siswa SMAN 1 Pasangkayu. *Mitra Sains*, 5(1), 26–35.
- Rahayuningtyas, N. H., & Jannah, A. (2020). Laboratorium Virtual sebagai Penunjang Praktikum di Masa Belajar dari Rumah. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan*, 3, 391–394.
- Redhana, I. W., Suardana, I. N., Selamat, I. N., & Merta, L. M. (2020). Pengaruh Praktikum Kimia Hijau Pada Sikap Siswa Terhadap Kimia. *EDUSAINS*, 12(2), 154–165.
- Risna, R., Hamid, A., & Winarti, A. (2017). Meningkatkan Keterampilan Generik Sains Dan Hasil Belajar Menggunakan Model Creative Problem Solving Dilengkapi Laboratorium Virtual Materi Hidrolisis Garam Kelas XI IPA 2 SMA PGRI 4. *JCAE (Journal of Chemistry And Education)*, 1(1), 131–142.
- Rizkiana, M. E., Nurhadi, M., & Watulingas, M. C. (2018). Perbedaan hasil belajar siswa SMA pada laboratorium nyata dan virtual dengan menggunakan model pembelajaran inkuiri terbimbing. *Bivalen: Chemical Studies Journal*, 1(1), 27–32.
- Sanova, A. (2017). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik Praktikum Virtual Kimia SMA Menggunakan Program Chem Collective Berbasis Scientific Approach. *Jurnal Sains Sosio Humaniora*, 1(2), 220–230.
- Setiawati, A., Ajizah, D. N., Anisa, N. N., Ambarwati, P., Izzati, Z. A. N., & Erika, F. (2021). The 21st century skills on chemistry learning based on virtual lab in senior high school. *JPPS (Jurnal Penelitian Pendidikan Sains)*, 27–39.
- Sugiharti, S., & Sugandi, M. K. (2020). Laboratorium virtual: media praktikum online untuk meningkatkan pemahaman siswa di masa pandemi. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan*, 2, 45–51.
- Supurwoko, S., Cari, C., Sarwanto, S., Sukarmin, S., Budiharti, R., & Dewi, T. S. (2017). Virtual lab experiment: physics educational technology (PhET) photo electric effect for senior high school. *International Journal of Science and Applied Science: Conference Series*, 2(1), 381.
- Tirmizi, A., & Rahmanpiu, R. (2022). Pengembangan Media Pembelajaran Virtual Lab Dalam Praktikum Laju Reaksi. *Jurnal Pendidikan Kimia FKIP Universitas Halu Oleo*, 6(3), 149. <https://doi.org/10.36709/jpkim.v6i3.19777>
- Wibawanto, W. (2020). *Laboratorium Virtual Konsep Dan Pengembangan Simulasi Fisika*. LPPM UNNES.
- Wulandari, N., & Vebrianto, R. (2017). Studi literatur pembelajaran kimia berbasis masalah ditinjau dari kemampuan menggunakan laboratorium virtual. *Seminar Nasional Teknologi Informasi Komunikasi Dan Industri*, 709–715.