

## **SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW: PENGGUNAAN MEDIA PEMBELAJARAN VIRTUAL LAB PADA PEMBELAJARAN KIMIA**

### **SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW: USE OF VIRTUAL LAB LEARNING MEDIA IN CHEMISTRY LEARNING**

**Adwina Retno Andhini, Hanifah Ariani Mahmudah, Levina Ingrid Al Maudrey, Rina Wahyuni,  
\*Oktavia Sulistina**

Departemen Kimia FMIPA Universitas Negeri Malang

**email:** [oktavia.sulistina.fmipa@um.ac.id](mailto:oktavia.sulistina.fmipa@um.ac.id)

#### **Abstrak**

Pembelajaran kimia pada tingkat SMA memuat adanya praktikum yang merupakan salah satu kegiatan untuk memberikan pemahaman pada siswa mengenai suatu materi. Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi terus mendorong berbagai upaya pembaruan untuk pemanfaatan hasil teknologi dalam proses belajar, salah satunya dengan mengembangkan media pembelajaran virtual lab. Tujuan penulisan artikel ini adalah untuk mengetahui bagaimana penerapan virtual lab terhadap peningkatan pemahaman siswa pada pembelajaran kimia dan kontribusinya terhadap motivasi belajar siswa. Metode penelitian yang digunakan dalam artikel ini menggunakan *Systematic Literature Review* (SLR) dari beberapa artikel dan jurnal. Virtual lab merupakan media pembelajaran yang dirancang untuk pembelajaran secara tidak langsung yang memanfaatkan perkembangan teknologi multimedia. Media pembelajaran ini menjadi sarana yang efektif untuk menyampaikan pengetahuan dan memudahkan pemahaman materi. Virtual lab mampu memberikan dampak positif terhadap pemahaman kognitif, pemahaman konseptual, kemampuan berpikir kritis, dan kemampuan efikasi diri siswa.

**Kata kunci:** Media pembelajaran, Virtual lab, *Systematic Literature Review*

#### **Abstract**

*Chemistry learning at the high school level includes practicums which are one of the activities to provide students with an understanding of a material. The development of science and technology continues to encourage various reform efforts to utilize technological results in the learning process, one of which is by developing virtual lab learning media. The purpose of writing this article is to find out how the application of virtual labs improves students' understanding of chemistry learning and its contribution to students' learning motivation. The research method used in this article uses Systematic Literature Review (SLR from several articles and journals. Virtual lab is a learning medium designed for indirect learning that utilizes developments in multimedia technology. This learning media is an effective means of conveying knowledge and facilitating understanding of the material. Virtual labs are able to have a positive impact on students' cognitive understanding, conceptual understanding, critical thinking abilities and self-efficacy abilities.*

**Keywords:** Learning media, Virtual Lab, *Systematic Literature Review* (SLR)

#### **PENDAHULUAN**

Praktikum merupakan salah satu kegiatan yang penting dalam pembelajaran kimia. Praktikum dalam kimia memberikan pengalaman siswa dalam mempelajari (a) pengetahuan faktual yaitu fenomena-fenomena yang terjadi dalam suatu reaksi kimia; (b) pengetahuan dan keterampilan

prosedural yaitu tahapan kegiatan praktikum dalam suatu reaksi kimia dan keterampilan proses sains; dan (c) pengetahuan konseptual yaitu bagaimana konsep, prinsip, model, teori dan hukum yang dapat menjelaskan fenomena reaksi kimia terjadi. Melalui kegiatan praktikum siswa memperoleh pemahaman kimia yang mendalam karena

memperoleh pengalaman yang nyata dalam memperoleh pengetahuan [1].

Salah satu metode pembelajaran kimia yang penting adalah metode praktikum. Namun demikian seringkali kegiatan praktikum tidak dapat dilaksanakan dalam pembelajaran antara lain dikarenakan keterbatasan alat dan bahan kimia, kesulitan penggunaan alat, bahaya bahan kimia, dan terbatasnya waktu pembelajaran untuk melakukan kegiatan praktikum di kelas secara langsung. Virtual lab dapat digunakan sebagai salah satu alternatif solusi dalam memberikan pengalaman praktikum siswa. Virtual lab adalah salah satu alat digital yang dapat digunakan untuk menyediakan pembelajaran jarak jauh untuk sesi laboratorium [3]. Virtual lab ini merupakan lingkungan pembelajaran yang disimulasikan dari komputer mulai dari visualisasi 2D sederhana, eksperimen laboratorium hingga simulasi 3D tingkat lanjut yang mencoba meniru lingkungan laboratorium nyata [4]. Virtual lab dapat dijalankan pada perangkat smartphone berbasis android, sehingga memungkinkan akses yang fleksibel dan mudah dibawa ke mana saja, memudahkan proses belajar, serta tanpa memerlukan akses internet.

Keunggulan virtual lab dapat dimanfaatkan untuk memfasilitasi siswa dalam belajar, sehingga meningkatkan pemahaman konsep pada aspek kognitif dan psikomotorik dalam pembelajaran kimia yang berbasis praktikum, memungkinkan siswa untuk lebih efektif dalam memahami dan mengaplikasikan konsep kimia. Selain itu laboratorium virtual dapat memberikan pengalaman virtual bagi siswa (nyata menjadi visual) yang dapat menarik perhatian dan minat belajar peserta didik, serta dapat membangkitkan menyamakan antara teori dengan realitanya.

Artikel ini memuat beberapa rumusan masalah yang menjadi fokus bahasan. Rumusan masalah terkait topik penggunaan media pembelajaran virtual lab pada pembelajaran kimia yaitu:

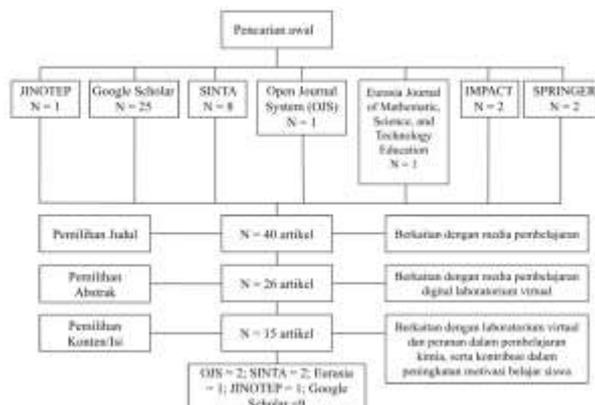
1. Apa yang dimaksud media pembelajaran berbasis virtual lab?
2. Bagaimana penerapan virtual lab terhadap peningkatan pemahaman siswa pada pembelajaran kimia?

3. Bagaimana kontribusi media pembelajaran digital seperti virtual lab terhadap efikasi diri siswa?

## METODE

Metode yang digunakan dalam artikel ini adalah *Systematic Literature Review* (SLR) atau tinjauan literatur sains. *Systematic Literature Review* (SLR) merupakan metode tinjauan literatur yang mengikuti aturan standar untuk mengidentifikasi dan parafrase artikel penelitian yang relevan dan menilai apa yang diketahui dari topik yang diteliti [34]. Proses pengumpulan artikel-artikel yang relevan dengan topik ini dilakukan secara *online* pada berbagai jurnal mulai tanggal 2 November hingga 21 November 2023. Artikel ini terdiri dari artikel yang telah diterbitkan dalam sepuluh tahun terakhir sekitar Januari 2013 sampai November 2023 yang diperoleh melalui pencarian pada database akademik digital *Open Journal Systems* (OJS) (1), *Google Scholar* (26), *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education* (1), *SINTA* (7), *IMPACT* (2), *Springer* (3). Selain itu, pencarian artikel ini diperluas ke jurnal seperti *Journal of Educational Technology & Society* dan *Themes in Science & Technology Education*.

*Literature review* yang dilakukan dengan fokus pada artikel yang memuat abstrak, pendahuluan, metode, dan hasil dengan kata kunci yang digunakan adalah “Penggunaan Media Pembelajaran Berbasis *Mobile*”, “Penggunaan Media Pembelajaran Berbasis *Mobile* Pada Materi Asam Basa”, “Penggunaan Media Pembelajaran Virtual Lab”. Setelah mencari kata kunci, peneliti membaca judul artikel untuk memilih artikel yang memenuhi kriteria inklusi sebagai berikut: (1) berkaitan dengan pembelajaran menggunakan media pembelajaran berbasis *mobile* seperti virtual lab dan dampak pembelajaran menggunakan media pembelajaran berbasis *mobile* seperti virtual lab; (2) tahun penerbitan artikel dari tahun 2013 sampai dengan tahun 2023; (3) artikel dari jurnal bereputasi yang terindeks internasional oleh Scopus atau terindeks nasional oleh SINTA. Proses pencarian dan seleksi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema proses pencarian dan seleksi artikel

Berdasarkan hasil pencarian artikel, terdapat 40 judul yang sesuai dengan kriteria inklusi. Kemudian dilakukan analisis, abstrak dari 40 artikel tersebut. Hasil analisis abstrak yang telah dilakukan terdapat 26 artikel pembelajaran kimia menggunakan media pembelajaran digital laboratorium virtual, sedangkan terdapat 14 artikel lainnya kurang relevan. Selanjutnya dilakukan seleksi terhadap 26 artikel yang relevan dan didapatkan 15 artikel yang sesuai topik yang berkaitan dengan media pembelajaran laboratorium virtual dan penerapannya dalam pembelajaran kimia, serta kontribusi dalam peningkatan motivasi belajar siswa.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Media Pembelajaran Berbasis Virtual Lab

Virtual lab merupakan multimedia pembelajaran yang dirancang untuk pembelajaran secara tidak langsung. Siswa dapat berinteraksi dengan alat dan bahan kimia dalam laboratorium secara langsung. Melalui penerapan virtual lab dalam pembelajaran hasil belajar, keterampilan, sikap, kinerja, dan inovasi siswa meningkat [21], siswa dapat memahami kegiatan praktikum, meningkatkan pemahaman konsep dan kemandirian dalam belajar [35], dan siswa dapat menerapkan pengetahuan yang diperoleh [36].

Penggunaan laboratorium dapat dibedakan menjadi dua model percobaan. Model yang pertama disebut dengan laboratorium jarak jauh, yaitu suatu percobaan di laboratorium dilakukan

dengan pengendalian peralatan laboratorium nyata atau sebenarnya yang terhubung melalui komputer. Sementara model yang kedua disebut dengan laboratorium virtual, yaitu suatu percobaan dalam laboratorium digantikan oleh model komputer untuk mewakili percobaan pada laboratorium nyata atau bisa disebut dengan bentuk simulasi.

Virtual lab juga dapat dipahami sebagai lingkungan interaktif untuk merancang dan melaksanakan eksperimen atau biasa disebut praktikum dengan menggunakan simulasi melalui komputer yang mewakili praktikum secara nyata pada laboratorium secara langsung [7]. Virtual lab juga menunjukkan gambaran kegiatan yang akan dilakukan pada laboratorium yang dapat diakses dimana saja dan kapan saja sehingga memudahkan siswa dalam kegiatan pembelajaran. Virtual lab merupakan pengalaman interaktif di mana siswa melihat dan memanipulasi objek sistem, data, atau fenomena untuk mencapai tujuan pembelajaran.

### 2. Penerapan Virtual Lab terhadap Peningkatan Pemahaman Siswa pada Pembelajaran Kimia

Hasil review artikel menunjukkan bahwa penerapan virtual lab dalam pembelajaran kimia dapat meningkatkan pemahaman konsep kimia siswa [8], [9], [10], [19], [37]. Penggunaan virtual lab sebagai sarana praktikum tidak langsung menjadikan siswa lebih siap ketika melakukan praktikum dan siswa lebih mudah untuk memahami konsep materi kimia

Pengaruh virtual lab terhadap hasil belajar kimia yang paling besar adalah peningkatan konsep dan pemahaman peserta didik [8], [9], [10], [19], [37]. Penelitian Rusdi et al. [13] menunjukkan bahwa hasil *posttest* lebih tinggi dibandingkan hasil *pretest*. Penggunaan virtual lab sebagai sarana praktikum tidak langsung menjadikan siswa lebih siap ketika melakukan praktikum dan siswa lebih mudah untuk memahami konsep materi kimia. Virtual lab dapat digunakan untuk mendemonstrasikan dan menyampaikan konsep kimia kepada siswa dalam bentuk visual, serta mempersiapkan siswa sebelum kegiatan praktikum di laboratorium [38].

Tabel 1. Data penelitian tentang dampak penggunaan virtual lab terhadap hasil belajar beberapa topik kimia

No.	Penelitian dan Tahun	Topik	Dampak Penggunaan Virtual Lab terhadap Hasil Belajar
1.	Oktiarmi et al. (2014) [12]	Asam Basa	Kegiatan praktikum menjadi lebih efektif dan efisien.
2.	Fatahu et al. (2021) [2]	Laju Reaksi	Meningkatkan kinerja siswa dalam praktikum dan mengurangi ketidakefektifan praktikum secara langsung.
3.	Rusdi et al. (2021) [13]	Asam Basa	Meningkatkan penguasaan dan keefektifan konsep materi asam basa.
4.	Lutfi (2017) [14]	Asam, basa, garam	Meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa tentang materi asam, basa, dan garam.
5.	Sulaiman M. Al-Balushi et al (2017) [15]	Sel Elektrolit dan elektrolisis	Meningkatkan kemampuan kognitif siswa melalui animasi pada pembelajaran sel elektrolit dan elektrolisis.
6.	Hikmah et al. (2017) [8]	Laju Reaksi	Meningkatkan pemahaman konseptual siswa melalui penerapan virtual lab materi laju reaksi
7.	Muslim & Ardhana (2023) [16]	Asam Basa	Meningkatkan kemampuan kognitif pada materi asam basa siswa.
8.	Arsani et al. (2023) [9]	Elektroplating	Meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan berpikir kritis pembelajar tentang elektroplating.
9.	Putri et al. (2021) [17]	Reaksi Reduksi-Oksidasi	Meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa pada pembelajaran reaksi reduksi-oksidasi.
10.	Rahmawati & Partana (2019) [18]	Asam Basa	Meningkatkan kemampuan efikasi siswa pada materi asam dan basa.
11.	Hidayat et al. (2021) [19]	Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit	Meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan berpikir kritis pembelajar larutan elektrolit dan nonelektrolit.
12.	Lubis & Ikhsan (2015) [10]	Larutan penyangga dan hidrolisis	Mengurangi kesalahpahaman tentang larutan penyangga dan hidrolisis pada siswa.
13.	Fitriyana et al. (2020) [20]	Hidrokarbon	Meningkatkan kemampuan efikasi siswa pada materi hidrokarbon
14.	Muchson et al. (2019) [37]	Asam Basa	Meningkatkan pemahaman konseptual siswa pada tingkat submikroskopik pada materi asam basa

Hasil penelitian Lubis & Ikhsan [10] menunjukkan penggunaan virtual lab dalam pembelajaran kimia dapat mengurangi

miskonsepsi yang terjadi pada peserta didik ketika melakukan praktikum. Praktikum secara tidak langsung dengan menggunakan virtual lab

memungkinkan peserta didik menemukan konsep, menghubungkan konsep baru dengan pengetahuan yang sudah ada, dan memecahkan masalah terkait konsep yang dipelajari.

Virtual lab mempengaruhi perkembangan struktur kognitif yang lebih baik bagi peserta didik sesuai hasil penelitian Sulaiman M. Al-Balushi et al [15] dan Muslim & Ardhana [16]. Hal ini dibuktikan dengan hasil *pretest-posttest* beberapa artikel dengan menggunakan WAT (*Word Association Test*). Pada saat dilakukan *posttest* peserta didik dapat menjawab pertanyaan lebih banyak dan menghubungkan konsep-konsep yang ada dibandingkan dengan *pretest*. Perbedaan hasil *pretest* dan *posttest* menunjukkan bahwa struktur kognitif peserta didik berkembang. Hal ini disebabkan karena siswa dihadapkan pada simulasi dengan cara yang meniru situasi konsep dalam kehidupan nyata untuk memfasilitasi interpretasi dan penjelasan konsep tersebut. Selain itu penggunaan virtual lab sangat membantu siswa untuk memahami topik materi yang membutuhkan praktikum secara langsung karena dalam penerapan virtual lab sendiri digunakan animasi yang menarik yang dapat menarik perhatian siswa sehingga siswa tidak merasa bosan dalam pembelajarannya.

Artikel penelitian sistematis dalam tinjauan literatur ini menunjukkan bahwa virtual lab telah diterapkan pada beberapa materi kimia yaitu laju reaksi, larutan elektrolit dan non elektrolit, asam basa, hidrolisis garam, larutan penyangga, hidrokarbon, reaksi oksidasi dan reduksi, sel elektrokimia: sel elektrolisis dan elektroplating. Berdasarkan Tabel 1, virtual lab sering diterapkan pada pembelajaran kimia pada materi asam basa [1], [13], [14], [16], [18]. Misalnya penelitian Muchson et al., [37], pembelajaran materi asam basa yang menggunakan virtual lab diawali dengan meminta siswa untuk mengerjakan soal *pretest* yang terdapat pada virtual lab untuk mengukur pemahaman materi sebelum melakukan pembelajaran. Siswa kemudian diminta untuk melakukan simulasi praktikum asam basa yang meliputi praktikum identifikasi larutan asam basa, seperti mengukur pH larutan, dan titrasi asam-basa yang dilengkapi juga penjelasan konseptual yang

menghubungkan aspek makroskopik, submikroskopik, dan simbolik yang dapat mengembangkan struktur kognitif dan kemampuan berpikir kritis siswa. Kemudian pada bagian akhir, siswa akan mengerjakan *posttest* untuk mengukur pemahamannya terhadap konsep yang dipelajari pada virtual lab.

Penerapan virtual lab memiliki pengaruh dalam mengembangkan struktur kognitif [15], [16], dan kemampuan berpikir kritis siswa dengan lebih baik [9], [4], [17]. Penerapan virtual lab dalam pembelajaran kimia akan lebih efektif jika menggunakan metode praktikum [2], [12]. Metodologi penelitian yang digunakan dalam penelitian virtual lab sebagian besar metode penelitian kuantitatif pre eksperimental dan kuasi eksperimen.

Metode yang digunakan untuk mengetahui keefektifan virtual lab yaitu dengan menggunakan kelompok kontrol serta kelompok eksperimen berupa *pretest – posttest*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelas eksperimen mempunyai nilai *posttest* yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol, contohnya penerapan virtual lab pada materi asam basa dalam pembelajaran dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa pada kelas eksperimen [1], [13], [14].

Keunggulan virtual lab adalah dapat digunakan kapan saja, dimana saja, tanpa menggunakan peralatan atau bahan kimia. Virtual lab juga dapat melacak komponen molekuler seperti interaksi antar partikel, perubahan struktur materi akibat pengaruh lingkungan, dan pergerakan partikel. Selain itu, itu dapat membaca data hasil percobaan dalam bentuk angka dan melihat perubahan reaksi secara virtual.

### 3. Kontribusi Media Pembelajaran Virtual Lab terhadap Efikasi diri Siswa

Hasil *review* artikel [10], [18] dan [20] menunjukkan bahwa media pembelajaran virtual lab yang digunakan dalam kegiatan pembelajaran berupa audio-visual. Media jenis ini mempunyai kemampuan yang lebih baik karena suara dan visual berupa gambar diam atau gambar bergerak dapat menjadi faktor yang dapat meningkatkan motivasi siswa dalam belajar kimia. Virtual lab sebagai salah satu media pembelajaran merupakan

alat bantu mengajar yang turut mempengaruhi, motivasi, kondisi, dan lingkungan belajar [33].

Efikasi diri terkait dengan motivasi belajar. Efikasi diri merupakan bagian dari motivasi internal seseorang [39]. Siswa yang memiliki efikasi diri yang tinggi, akan mendorong motivasi belajarnya untuk lebih giat belajar dan mampu memanfaatkan secara optimal potensi yang mereka miliki dalam mencapai tujuan belajar [40]. Penelitian Rahmawati & Partana [18] dan Fitriyana et al. [20] menunjukkan efikasi diri siswa meningkat setelah menggunakan virtual lab dalam pembelajaran materi asam basa dan hidrokarbon.

Virtual lab dapat diaplikasikan dalam desktop maupun *smartphone* berbasis android. Media pembelajaran berbasis virtual atau *android* banyak dikembangkan dalam proses pembelajaran, karena lebih fleksibel (dapat digunakan kapan saja) dan memiliki visualisasi yang lebih menarik [10]. Selain itu semakin banyak anak-anak, utamanya usia remaja SMA, yang memanfaatkan gadget atau *smartphone* dalam kehidupan sehari-harinya. Namun demikian, adakalanya virtual lab berbasis android hanya dapat berjalan maksimal pada *smartphone* berbasis android versi tertentu, ketajaman warna yang ditampilkan di virtual lab bergantung dengan resolusi/kerapatan pixel *smartphone* yang digunakan [37].

## SIMPULAN

Berdasarkan kajian literatur dari berbagai artikel diperoleh secara sistematis, dapat diambil kesimpulan bahwa proses belajar mengajar memerlukan berbagai cara untuk memfasilitasi pemahaman siswa. Media pembelajaran virtual lab menjadi sarana yang efektif untuk menyampaikan pengetahuan dan memudahkan pemahaman materi. Virtual lab memberikan dampak positif terhadap pemahaman kognitif, pemahaman konseptual, dan kemampuan berpikir kritis siswa pada berbagai topik kimia. Implementasi virtual lab menunjukkan peningkatan hasil belajar kimia dan efikasi diri siswa.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Makransky, G., Thisgaard, M. W., and Gadegaard, H. 2016. Virtual Simulations as Preparation for Lab Exercises: Assessing Learning of Key Laboratory Skills in Microbiology and Improvement of Essential Non-Cognitive Skills. *PLoS ONE*, Vol. 11, No. 6, pp. 1–11.
2. Fatahu, F., Walukou, M. A., Mulyana, W. O., dan Mandasari, E. C. 2022. Pengembangan Media Pembelajaran Kimia Menggunakan Laboratorium Virtual Berbasis Smartphone Android. *Jurnal Pendidikan Kimia FKIP Universitas Halu Oleo*, Vol. 6, No. 3, pp. 207–218.
3. Chan, P., Van Gerven, T., Dubois, J.-L., dan Bernaerts, K. 2021. Virtual Chemical Laboratories: A Systematic Literature Review of Research, Technologies and Instructional Design. *Computers and Education Open* 2, pp. 1–17.
4. Jones, N. 2018. The Virtual Lab. Can A Simulated Laboratory Experience Provide the Same Benefits for Students as Access to A Real-World Lab?. *Springer Nature*, Vol. 562, pp. S5–S7.
5. Arifin, Z., Destiansari, E., dan Amizera, S. 2020. Pengembangan *Mobile Virtual* Laboratorium pada Pembelajaran Praktikum Materi Pencemaran Air. *Bioedusiana: Jurnal Pendidikan Biologi*, Vol. 5, No. 2, pp. 123–130.
6. Gunawan., A.H., Harjono, A., dan Hairunnisyah S. 2015. Pengembangan Model Laboratorium Virtual Berorientasi pada Kemampuan Pemecahan Masalah Bagi Calon Guru Fisika. *Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika*, Vol. 6, No. 1, pp. 232–237.
7. Uwitonze, D., dan Nizeyimana, G. 2022. Effects of Virtual Laboratories on Students' Conceptual Understanding of Biology in Selected Secondary Schools of Rwamagana District, Rwanda. *Journal of Research Innovation and Implications in Education*, Vol. 6, No. 4, pp. 249–258.

8. Hikmah, N., Saridewi, N., dan Agung, S. 2017. Penerapan Laboratorium Virtual untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Siswa. *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*, Vol. 2, No. 2, 186–195.
9. Arsani, I. A. A., Manuaba, I. B. P., dan Darma, I. K. 2022. Pengembangan Laboratorium Virtual Praktik Elektroplating Sebagai Media Pembelajaran Kimia di Pendidikan Tinggi Vokasi. *LITERASI (Jurnal Ilmu Pendidikan)*, Vol. 13, No. 2, pp. 118–132.
10. Lubis, I. R., dan Ikhsan, J. 2015. Pengembangan Media Pembelajaran Kimia Berbasis Android untuk Meningkatkan Motivasi Belajar dan Prestasi Kognitif Peserta Didik SMA. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, Vol. 1, No. 2, pp. 191–201.
11. Febrita, Y., dan Ulfah, M. 2019. Peranan Media Pembelajaran untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Siswa. *Prosiding Diskusi Panel Nasional Pendidikan Matematika*, Vol. 5, pp. 181–188.
12. Oktiarmi, P., Rusdi, M., dan Asrial. 2014. Pengembangan Bahan Ajar Multimedia Interaktif pada Praktikum Titrasi Asam Basa. *Edu-Sains*, Vol. 3, No. 1, pp. 6–12.
13. Rusdi, M.A., Herliani, dan Rijai, L. 2021. Pengembangan Media Pembelajaran *Virtual Lab* untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Penguasaan Konsep Materi Titrasi Asam Basa pada Siswa SMA Tahun Pembelajaran 2020/2021. *Jurnal Zarah*, Vol. 9, No. 2, pp. 125–130.
14. Lutfi, A. 2017. Pengembangan Media Laboratorium Virtual Bersarana Komputer untuk Melatih Berpikir Kritis pada Pembelajaran Asam, Basa, dan Garam. *Jurnal Penelitian Pendidikan Matematika Dan Sains*, Vol. 1, No. 1, pp. 26–33.
15. Al-Balushi, S. M., Al-Musawi, A. S., Ambusaidi, A. K., dan Al-Hajri, F. H. 2017. The Effectiveness of Interacting with Scientific Animations in Chemistry Using Mobile Devices on Grade 12 Students' Spatial Ability and Scientific Reasoning Skills. *Journal of Science Education and Technology*, Vol. 26, No. 1, pp. 70–81.
16. Muslim, F. E., dan Ardhana, I. A. 2023. Development of Android-Based Chemistry Virtual Laboratory Media on Acid-Base Materials for 11th Grade High School Students. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*, Vol. 11, No. 2, pp. 166–177.
17. Putri, Y. D., Elvia, R., dan Amir, H. 2021. Pengembangan Media Pembelajaran Kimia Berbasis *Android* untuk Meningkatkan Motivasi Belajar Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan dan Ilmu Kimia*, Vol. 5, No. 2, pp. 168–174.
18. Rahmawati, T., dan Partana, C. F. 2019. Pengaruh Media Pembelajaran Asam Basa Berbasis Android Terhadap Efikasi Diri Peserta Didik. *JTK (Jurnal Tadris Kimiya)*, Vol. 4, No. 2, pp. 147–156.
19. Hidayat, A., Army, A., dan Muhammad, A. 2021. Pengaruh Media Mobile Learning Berbasis Android “ChemOndro” pada Model Discovery Learning terhadap Hasil Belajar Peserta Didik Kelas X SMA Negeri 8 Bone (Studi Pada Materi Pokok Larutan Elektrolit dan Nonelektrolit). *ChemEdu (Jurnal Ilmiah Pendidikan Kimia)*, Vol. 2, No. 2, pp. 29–38.
20. Fitriyana, N., Wiyarsi, A., Ikhsan, J., dan Sugiyarto, K. H. 2020. Android-Based-Game and Blended Learning in Chemistry: Effect on Students' Self-Efficacy and Achievement. *Cakrawala Pendidikan*, Vol. 39, No. 3, pp. 507–521.
21. Haryanti, I., Kurniawati, Y., dan Lubis, F. H. 2023. Penerapan Virtual Laboratory dengan Menggunakan Model Problem Based Learning (PBL) Untuk Mendukung Proses Pembelajaran Kimia. *Journal of Chemistry Education and Integration*, Vol. 2, No. 1, pp. 42–49.
22. Arsyad, A. 2014. *Media Pembelajaran*. Jakarta: PT Grafindo.
23. Lang, J. 2012. Comparative Study of Hands-On and Remote Physics Labs for First Year University Level Physics Students. *Transformative Dialogues: Teaching and Learning Journal*, Vol. 6, No. 1, pp. 1–25.
24. Makransky, G., Thisgaard, M. W., and Gadegaard, H. 2016. Virtual Simulations as

- Preparation for Lab Exercises: Assessing Learning of Key Laboratory Skills in Microbiology and Improvement of Essential Non-Cognitive Skills. *PLoS ONE*, Vol. 11, No. 6, pp. 1–11.
25. Kurbanoglu, N. I., and Akim, A. 2010. The Relationships Between University Students' Chemistry Laboratory Anxiety, Attitudes, And Self-Efficacy Beliefs. *Australian Journal of Teacher Education*, Vol. 35, No. 8, pp. 48–59.
26. Buck, L. B., Lowery, B. S., and Towns, M. H. 2008. Characterizing the Level of Inquiry in the Undergraduate Laboratory. *Journal of College Science Teaching*, Vol. 38, pp. 52–58.
27. Martinez-Jimenez, P., Pontes-Pedrajas, A., Polo, J., and Climent-Bellido, M. S. 2003. Learning in Chemistry with Virtual Laboratories. *Journal of Chemical Education*, Vol. 80, No. 3, pp. 346–352.
28. Dalgarno, B., Bishop, A., Adlong, W., Bedgood, Jr., and Danny. 2009. Effectiveness of A Virtual Laboratory as A Preparatory Resource for Distance Education Chemistry Students. *Computers and Education*, Vol. 53, No. 3, pp. 853–865.
29. Larasati, D. S., dan Sukisno, M. 2014. Penggunaan Media Simulasi Berbasis Teknologi Informasi dalam Pembelajaran Fisika pada Siswa Lintas Minat di SMA Negeri 3 Pekalongan. *Unnes Physics Education Journal*, Vol. 3, No. 3, pp. 48–53.
30. Nurrokhmah. I., E., dan Sunarto, W. 2013. Pengaruh Penerapan Virtual Labs Berbasis Inkuiri Terhadap Hasil Belajar Kimia. *Journal Jurusan Kimia FMIPA*, Vol. 2, No. 1, pp. 200–207.
31. Jagodzinski, P., and Wolski, R. 2014. The Examination of the Impact on Students' Use of Gestures While Working in a Virtual Chemical Laboratory for Their Cognitive Abilities. *Problem of Education*, Vol. 61, pp. 46–57.
32. Garcia-Ruiz, M. A., C. Santana, P., and Molina, I. 2014. Using Effective Stereoscopic Molecular Model Visualizations in Undergraduate Classrooms. *International Journal for Cross-Disciplinary Subjects in Education*, Vol. 5, No. 1, pp. 1593–1598.
33. Hamalik, O. 1990. *Metode Belajar dan Kesulitan-Kesulitan Belajar*. Bandung: Tarsilo.
34. Pati, D., and Lorusso, L. N. 2018. How to Write a Systematic Review of the Literature. *HERD*, Vol. 11, No. 1, pp. 15–30.
35. Wati, A. 2021. Penggunaan media virtual laboratory untuk meningkatkan penguasaan konsep materi dan kemandirian siswa melakukan praktikum. *Jurnal Guru Dikmen dan Dikus*, Vol. 4, No. 2, pp. 256–270.
36. Howard, M. C., and Van, Z. E. C. 2021. A Meta-Analysis of the Virtual Reality Problem: Unequal Effects of Virtual Reality Sickness Across Individual Differences. *Virtual Reality*, Vol. 25, No. 4, pp. 1221–1246.
37. Muchson, M., Munzil, M., Winarni, B. E., dan Agusningtyas, D. 2019. Pengembangan Virtual Lab Berbasis Android. *Jurnal Pembelajaran Kimia*, Vol. 4, No. 1, pp. 51–64.
38. Dalgarno, B., Bishop, A., Adlong, W., Bedgood, Jr., and Danny. 2009. Effectiveness of A Virtual Laboratory as A Preparatory Resource for Distance Education Chemistry Students. *Computers and Education*, Vol. 53, No. 3, pp. 853–865.
39. Fikriyani, N., Lestari, S. M., Fitriani, D., dan Utari, E. M. 2020. Hubungan Efikasi Diri dan Kecemasan dengan Motivasi Belajar pada Mahasiswa. *Indonesian Journal of Learning Education and Counseling*, Vol. 2, No. 2, pp. 224–231.
40. Tarigan, F. L., dan Hilda, N. 2019. Hubungan Efikasi Diri dan Motivasi Belajar dengan Hasil Belajar Tata Hidang Siswa Kelas XI SMK Putra Anda Binjai. *GARNISH: Jurnal Pendidikan Tata Boga*, Vol. 3, No. 1, pp. 13–20.