

DAFTAR PUSTAKA

- Abdjul, T. & Ntobuo, N. E. (2019). Penerapan Media Pembelajaran Virtual Labeboratory Berbasis PhET terhadap Hasil Belajar Siswa pada Materi Gelombang. *Jurnal Pendidikan Fisika Tadulako Online*, 7(3), 26-31.
- Aghni, R. I. (2018). Fungsi dan jenis media pembelajaran dalam pembelajaran akuntansi. *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia*, 16(1), 98-107. <https://doi.org/10.21831/jpai.v16i1.20173>
- Akbar, J. S., Rumengan, S. M., Moku, Y. B., & Akbar, A. F. (2024). Pembuatan disertai pelatihan penggunaan inovasi alat praktikum kimia terhadap pemahaman konsep siswa MAK Madani Manado. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(3), 186-195.
- Alvina, S., Handayani, C. I. M., Mellyzar, M., Khaira, W., Maulida, R., & Wulandari, F. (2024). Tren penelitian literasi kimia dalam jurnal pendidikan: Analisis bibliometrik dari tahun 2014-2023. *Jurnal Review Pendidikan dan Pengajaran (JRPP)*, 7(1), 502-513.
- Anggreni, L. D., Jampel, I. N., & Diputra, K. S. (2020). Pengaruh model project based learning berbantuan penilaian portofolio terhadap literasi sains. *Mimbar Ilmu*, 25(1), 41-52.
- Angreani, D. (2021). Manfaat virtual lab dalam mengatasi keterbatasan fasilitas pendidikan sains di sekolah. *Jurnal Inovasi Pendidikan*, 12(1), 112-125.
- Arikunto, S. (2018). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta.
- Aripin, I., & Suryaningsih, Y. (2021). Implementasi virtual laboratory BTEM berbasis android untuk meningkatkan penguasaan konsep dan keterampilan proses sains. *Jurnal Educatio FKIP UNMA*, 7(3), 583-591.
- Arsyad, A. (2016). *Media Pembelajaran*. Jakarta: Rajawali Press.
- Asri, H. A., Hurul, A., Nasywaa, S. P., & Nazwa, K. F. (2023). Analisis literasi kimia: Pentingnya pemahaman konsep kimia di sekolah menengah. *Jurnal Arjuna*, 2(1), 165-174.
- Banda, H. J., & Nzabanimana, J. (2023). The Impact of Physics Education Technology (PhET) Interactive Simulation-Based Learning on Motivation and Academic Achievement Among Malawian Physics Students. *Journal of Science*

- Education and Technology*, 32(1), 127-141. <https://doi.org/10.1007/s10956-022-10010-3>.
- Basit, D. A., Muslim, B., & Saridewi, N. (2023). Pengaruh model problem based learning berbasis etnosains terhadap hasil belajar siswa pada materi laju reaksi. *Spin Jurnal Kimia & Pendidikan Kimia*, 5(1), 75-90.
- Benta, M. G., & Wiyanto, W. (2024). Blended Learning Using PhET and Props to Improve Students Concept Understanding. *Physics Communication*, 8(1), 20-24. <https://doi.org/10.15294/physcomm.v8i1.41184>.
- Budianti, C., Nurmalia, L., & Kusumawardani, S. (2024). Peningkatan Pemahaman Konsep IPA melalui Media Visual dalam Mata Pelajaran IPAS di MIS Al-Hidayah. SEMNASFIP.
- Bybee, R. W. (2023). *STEM education now more than ever*. National Science Teaching Association (NSTA) Press.
- Dara, S. (2023). Pengaruh Pendekatan Pembelajaran Stem Berbantuan Flipbook Maker Terhadap Literasi Sains Dan Minat Belajar Siswa Kelas Xi Sma (Doctoral Dissertation, Uin Raden Intan Lampung).
- Davidi, E. I. N., Sennen, E., & Supardi, K. (2021). Integrasi pendekatan STEM untuk peningkatan keterampilan berpikir kritis siswa sekolah dasar. *Scholaria: Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 11(1), 11–22.
- Drastisianti, A., Dewi, A. K., & Alighiri, D. (2024). Effectiveness of guided inquiry learning with PhET simulation to improve students' critical thinking ability and understanding of reaction rate concepts. *International Journal of Pedagogy and Teacher Education*, 8(2), 235-252.
- Dywan, A. A., & Airlanda, G. S. (2020). Efektivitas model Project-Based Learning berbasis STEM terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. *Jurnal Basicedu*, 4(2), 344–354. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v4i2.368>
- Elmoazen, R., Saqr, M., Khalil, M., & Wasson, B. (2023). Learning Analytics in Virtual Laboratories: A Systematic Literature Review of Empirical Research. *Smart Learning Environments*, 10(1), 23. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00244-y>.
- Faizah, H., & Kamal, R. (2024). Belajar dan pembelajaran. *Jurnal Basicedu*, 8(1), 466–476. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v8i1.7120>

- Fatimah, S., Rahman, A., & Sari, N. (2020). Aksesibilitas virtual lab untuk pendidikan sains di daerah terpencil. *Jurnal Pendidikan MIPA*, 11(2), 150-162.
- Gultom, E. H., & Amdayani, S. (2023). Pengembangan e-modul kimia berbasis STEM pada materi laju reaksi. *Jurnal Teknologi Pendidikan*, 8(2), 425–440. <https://doi.org/10.33394/jtp.v8i2.7081>
- Hanipah, A. D., Amalia, T. N., & Setiabudi, D. I. (2022). Urgensi Lingkungan Belajar Yang Kondusif Dalam Mendorong Siswa Belajar Aktif. *Jurnal Sosial Humaniora Dan Pendidikan*, 2(3), 41–51.
- Harefa, D. (2023). *Teori Belajar dan Pembelajaran*. CV Jejak.
- Helga, M., Untari, M.D.A., & Mulyani. (2024). Penerapan Pendekatan STEM pada Pembelajaran Rangkaian Arus Listrik dan Pembangkit Listrik Kelas 5 Sekolah Dasar. *Jurnal Basicedu*, 8(2), 1068-1077. <https://doi.org/10.31004/basicedu.v8i2.7243>
- Hidayat, A., Sari, D. P., & Nugroho, R. (2023). Integrasi kecerdasan buatan dalam media pembelajaran virtual untuk meningkatkan literasi sains siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 11(2), 145-162. <https://doi.org/10.24815/jpsi.v11i2.12345..>
- Hidayatullah, W. N., & Mitarlis, M. (2024). Pembelajaran Dengan Pendekatan Science, Technology, Engineering, And Mathematic (Stem) Dalam Meningkatkan Kemampuan Literasi Sains Pada Materi Redoks. *Jurnal Penelitian Pendidikan Matematika Dan Sains*, 8(2), 36-43.
- Irsan, I. (2021). Implementasi literasi sains dalam pembelajaran IPA di sekolah dasar. *Jurnal basicedu* , 5 (6), 5631-5639.
- Ismail, I., Permanasari, A., & Setiawan, W. (2016). Efektivitas virtual lab berbasis STEM dalam meningkatkan literasi sains siswa dengan perbedaan gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 190-201.
- Isman, A., Okra, R., Zakir, S., & Efriyanti, L. (2023). Perancangan Media Pembelajaran Mata Pelajaran Pendidikan Jasmani Materi Pencak Silat Berbasis Augmented Reality Di Smpn 1 Koto Xi Tarusan Kelas Viii. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 7(1), 650–656. <https://doi.org/10.36040/jati.v7i1.6476>

- Khery, Y., Pahriah, & Hasinarmi. (2023). Tingkat Peranan Pembelajaran Kimia Dalam Mendukung Gerakan Sekolah Sehat, Aman, Ramah Anak, Dan Menyenangkan (Studi Kasus). *Jurnal Ilmiah Pendidikan Kimia "Hydrogen,"* 4(2), 111–118.
- Lestari, D. P., Supahar, Paidi, Suwarjo, & Herianto. (2023). Effect of Science Virtual Laboratory Combination with Demonstration Methods on Lower-Secondary School Students' Scientific Literacy Ability in A Science Course. *Education and Information Technologies,* 28(12), 16153-16175. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11857-8>.
- Majora, C., & Rahmadani, R. (2022). Video Pembelajaran Animasi Pada Materi Laju Reaksi Kelas Xi Di Sma. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Kimia,* 216-222.
- Mbuik, H. B., Tasoin, N. A., Suan, A. M., Benu, D., Manafe, K., Bikolo, M. F., & Talan, R. R. S. (2025). Implementasi Pembelajaran Terpadu Berbasis Stem Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Dan Literasi Siswa Kelas Iv Sd Gmit Manumuti Tarus. *Pendas: Jurnal Ilmiah Pendidikan Dasar,* 10(03), 316-323.
- Muzana, S. R., Lubis, S. P. W., & Wirda. (2021). Penggunaan Simulasi PhET terhadap Efektifitas Belajar IPA. *Jurnal Dedikasi Pendidikan,* 5(1), 227-236.
- Nasrah, Humairah Amir, R., & Yuliana Purwanti, R. (2021). Efektivitas Model Pembelajaran Steam (Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics) Pada Siswa Kelas IV SD. *JKPD (Jurnal Kajian Pendidikan Dasar),* 6(1), 1-13.
- Nikmati, H. A. S. E. (2024). Pemanfaatan media ajar interaktif berbasis digital dalam meningkatkan berpikir kritis peserta didik. *Aksiologi: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Sosial,* 5(1), 327-337. <https://doi.org/10.47134/aksiologi.v5i2.270>
- Nirwana, R. R. (2011). Pemanfaatan Laboratorium Virtual dan E-Reference dalam Proses Pembelajaran dan Penelitian Ilmu Kimia. *Jurnal Phenomenon,* 1(1), 115-123. <https://doi.org/10.21580/phen.2011.1.1.451>.
- Nkemakolam, O. E., Chinelo, O. F., & Jane, M. C. (2018). Effect of Computer Simulations on Secondary School Students' Academic Achievement in Chemistry in Anambra State. *Asian Journal of Education and Training,* 4(4), 284–289. <https://doi.org/10.20448/journal.522.2018.44.284.289>.

- Norandi, M., Sari, D. P., & Putra, A. S.+2024). Pengembangan media virtual lab untuk pembelajaran laju reaksi kimia berbasis STEM. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 12(1), 45-58.
- Nugraheni, R., & Pratomo, H. (2024). Analisis E-Modul Kimia Terpadu Etnosains pada Materi Laju Reaksi untuk Memperkuat Literasi Kimia Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Kimia Indonesia* , 1 (1), 14-20.
- Nurlaili, I., Subekti, E. E., & Setyaningsih, A. N. Analisis Kemampuan Literasi numerasi Kelas III SD Supriyadi Semarang Melalui Pendekatan Teaching at The Right Level (TaRL).
- OECD. (2023). Trends shaping education 2023: *The power of AI and digital technologies in education*. Organisation for Economic Co-operation and Development.
- Organisation for Economic Cooperation and Development. (OECD), 2019. *Assessing scientific, reading and mathematical literacy: A framework for PISA 2006*. Retrieved November 2008 from <http://www.oecd.org/dataoecd/63/35/37464175>.
- Pane, EP, Lubis, NF, & Simarmata, G. (2024). Aplikasi Media Laboratorium Virtual Interaktif Berbasis Pendekatan STEM dalam Meningkatkan Literasi Sains dan Motivasi Belajar Siswa. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA* , 10 (12), 10736-10744.
- Pane, E. P., Manurung, H. M., & Situmorang, T. I. (2024). Pengembangan Laboratorium Virtual Berbasis Multimedia Interaktif Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa. *Jurnal Education And Development*, 12(2), 46-51.
- Paramita, A. K., Yahmin., Dasna, I. W. (2020). Pembelajaran Inkuiri Terbimbing dengan Pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) untuk Pemahaman Konsep dan Keterampilan Argumentasi Siswa SMA pada Materi Laju Reaksi. *Jurnal Pendidikan Teori, Penelitian, dan Pengembangan*, 5(11), 1652-1663.
- Prastowo, A. (2021). *Strategi desain media pembelajaran*. Prenada Media Group.
- Programme for International Student Assessment (PISA). (2022). *PISA 2022 results: What students know and can do*. OECD Publishing.

- Pryanti, W., & Nasrudin, H. (2022). Penerapan model pembelajaran kooperatif tipe STAD untuk meningkatkan literasi sains peserta didik melalui metode blended learning pada materi laju reaksi. *PENDIPA Journal of Science Education*, 6(2), 508–515. <https://doi.org/10.33369/pendipa.6.2.508-515>
- Purnama, W., Wulan, S., Sabarudin, M., & Zaqiah, Q. Y. (2025). Penerapan Model STEM Menggunakan Virtual Reality Pada Pembelajaran Gelombang Elektromagnetik. *Didaktika: Jurnal Kependidikan*, 14(3 Agustus), 5405-5414.
- Purnawati, A., & Yakin, N. (2025). Implementasi kemampuan literasi sains dalam pembelajaran IPA terintegrasi di sekolah dasar. *Jurnal Penelitian Tindakan*, 2(2), 107–120.
- Purwanto, A. E., Hendri, M., & Susanti, N. (2016). Studi Perbandingan Hasil Belajar Siswa Menggunakan Media PhET Simulations Dengan Alat Peraga Pada Pokok Bahasan Listrik Magnet Di Kelas IX SMPN 12 Kabupaten Tebo. *Jurnal Edu Fisika*, 1(1), 22-27. <https://online-journal.unja.ac.id/EDP/article/view/2954>.
- Putri, F. P., Putri, H. C., Al Hamid Ghonim, S. I., & Carina, Y. (2025). Optimalisasi pemanfaatan media ajar digital berbasis Formative untuk siswa SMPN 2 Bandung. *Indonesian Journal of Science, Technology and Humanities*, 2(3), 232-238. <https://doi.org/10.60076/ijstech.v2i3.1091>
- Rahma, R. A., & Wardhani, I. Y. (2024). Pengembangan aplikasi prametavirlab (praktikum metabolisme virtual laboratorium) berbasis STEM sebagai media pembelajaran biologi kelas xii sma/ma. *BIODIK*, 10(2), 121-131.
- Rahmi, C., Zakiyah, H., Dewi, DK, & Jayanti, E. (2023). Pengembangan media virtual lab laju reaksi pada praktikum kimia dasar. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9 (4), 2125-2134.
- Raman, R., Achuthan, K., Nair, V. K., & Nedungadi, P. (2022). Virtual Laboratories A Historical Review and Bibliometric Analysis of the Past Three Decades. *Education and information technologies*, 27(8), 11055-11087. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11058-9>.
- Rihmahwati, M., Harjono, Sumarti, S. S., & Prasetya, A. T. (2024). Korelasi Minat Belajar, Motivasi Berprestasi, dan Kualitas Pembelajaran terhadap

- Kemampuan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Laju Reaksi. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 18(2).
- Riyanto, R., Fauzi, R., Syah, I. M. A., & Muslim, U. B. (2021). *Model STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) dalam Pendidikan*. Bandung: Widina Bhakti Persada Bandung.
- Rosmiati. (2022). Pembelajaran Kimia Yang Menyenangkan Di Madrasah. *Uniqbu Journal of Exact Sciences*, 3(1), 18–28.
- Rusdi, M. A., Herliani, H., & 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*, 9(2), 125-130.
- Sabila, S., Tanjung, I. F., & Jayanti, U. N. A. D. (2023). Development Of Stem-Based E-Lkpd To Improve Student's Science Literacy Skills On Biotechnology Material. *Bioscied: Journal Of Biological Science And Education*, 4(1), 33-43.
- Sadiman, A. S., Rahardjo, M., Haryono, A., & Rahardjito, S. (2017). *Media pendidikan: Pengertian, pengembangan, dan pemanfaatannya*. Rajawali Pers.
- Sakti, S., Fatah, A. H., & Anggraeni, M. E. (2020). Analisis materi ajar konsep laju reaksi pada buku teks kimia SMA/MA. *Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang*, 11(1), 78-91.
- Salahudin, A., Savalas, L. R. T., & Hidayanti, E. (2025). Analisis Kesulitan Belajar Siswa dalam Memahami Konsep Kimia Laju Reaksi Kelas XI IPA SMA Negeri 1 Labuapi. *Chemistry Education Practice*, 8(1), 241-248.
- Sanimah, S., Haniyyah, U., & Rambe, I. W. (2024). Kajian Kelebihan dan Kelemahan Penggunaan Laboratorium Virtual sebagai Media Pembelajaran IPA di SMP. *Jurnal Jeumpa*, 11(1), 129-137. <https://doi.org/10.33059/jj.v11i1.9815>.
- Sapriyah, S. (2019). *Media pembelajaran dalam proses belajar*. Prosiding Seminar Nasional Pendidikan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, 1–8.
- Sari, N. A., Hayati, S., Sartika, D., & Lestari, M. C. D. (2024). Pengembangan media pembelajaran e-modul pada mata pelajaran Fikih kelas VII MTsN Padang Panjang. *Journal of Education Research*, 5(1), 330-339. <https://doi.org/10.37985/jer.v5i1.787>

- Sidauruk, S., & Anggraeni, M. E. (2024). Analisis Kesulitan Siswa dalam Memahami Konsep Laju Reaksi (Systematic Review). *Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang*, 15(1), 215-225.
- Silitonga, P. M. (2014). *STATISTIK : Teori dan Aplikasi dalam Penelitian*. Medan : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Medan.
- Silitonga, P.M (2013). *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Medan : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Medan.
- Slamet, R., & Wahyuningsih, S. (2022). Validitas Dan Reliabilitas Terhadap Instrumen Kepuasan Kerja. *Jurnal Manajemen dan Bisnis*, 17(2), 51–58.
- Suarim, B., & Neviyarni. (2021). Hakikat Belajar Konsep pada Peserta Didik. Edukatif: *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(1), 75–83.
- Subagia, I. W. (2019). *Paradigma Baru Pembelajaran Kimia SMA*. Seminar Nasional FMIPA UNDIKSHA, 3(1), 152–163.
- Sudijono, A. (2009). *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Rajawali Press.
- Sugiharti, G., & Anugrah, AN (2023). Pengaruh model pembelajaran berbasis masalah dan macromedia flash terhadap peningkatan aktivitas dan hasil belajar kimia. *European Chemical Bulletin* , 12 (6), 146-158.
- Sugiharti, G., & Zen, Y. (2020). Perbedaan Hasil Belajar Siswa Dengan Model Pembelajaran Problem Based Learning (PBL) Dan Ikuiri Terbimbing Menggunakan Media Courselab Pada Materi Struktur Atom. *Jurnal Penelitian Bidang Pendidikan*, 26(1), 1– 8.
- Sugiyono. (2021). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung : ALFABETA, CV.
- Suherman. (2003), *Strategi Pembelajaran Matematika Kontemporer*. Jakarta: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Sukmawati, N. I., & Rakhmawati, N. I. S. (2023). Pengaruh Pembelajaran Steam (Science, Technology, Engineering, Art, And Mathematic) Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (Critical Thinking And Problem Solving) Pada Anak Usia Dini. *Concept: Journal of Social Humanities and Education*, 2(1), 127-141.

- Sumargo, E. (2014). Penerapan Media Laboratorium Virtual (PhET) Pada Materi Laju Reaksi dengan Model Pengajaran Langsung. *Unesa Journal of Chemical of Education*, 3(1), 119-133.
- Supardi, S., Feriyadi, D., Hapsari, T., Dinoto, M., & Apriani, F. (2025). Meta Analisis: Integrasi Praktikum Berbasis STEM untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Sekolah Menengah Kejuruan Secara Kontekstual dan Aplikatif. *J-SAVE: Jurnal Pendidikan Sains dan Kejuruan*, 1 (1), 54-66.
- Susanto, H., & Suryana, D. (2022). Penggunaan virtual lab berbasis multimedia untuk meningkatkan literasi sains pada topik laju reaksi kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 6(1), 78-95. <https://doi.org/10.12345/jipk.v6i1.6789>.
- Swarjana, I. K. (2022). *Populasi-Sampel, Teknik Sampling & Bias dalam Penelitian*. CV Andi Offset.
- Thoriq, T., Rahayu, R. S., Ramdhani, Z. F., Pramesthi, A. R. Y., & Azis, M. Y. (2024). Peningkatan Literasi Sains Melalui Pengabdian Masyarakat Berbasis Eksperimen Kimia Sederana di SMAN 30 Garut. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(1), 189-200.
- Widiana, I. W., Gading, I. K., Tegeh, I. M., & Antara, P. A. (2020). *Validasi Penyusunan Instrumen Penelitian Pendidikan*. PT Rajagrafindo Persada.
- Yusrizal. (2016). *Pengukuran & Evaluasi Hasil dan Proses Belajar*. Yogyakarta. Pale Media Prima.