



Pengembangan Laboratorium Virtual Analisis Kalsium Metode Kompleksometri sebagai Media Pembelajaran Daring Analisis Zat Gizi Mikro

Risti Rosmiati¹, Dina Ampera², Hardi Firmansyah³

¹Dosen Universitas Negeri Medan

²Fakultas Teknik Universitas Negeri Medan

Email: ristirosmiati@unimed.ac.id, dinaampera@unimed.ac.id, hardigizi@unimed.ac.id

HP. 081213528068, 081361418052, 085270662290

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima: 21 November 2020

Direvisi: 27 November 2020

Dipublikasikan: Desember 2020

e-ISSN: 2089-5364

p-ISSN: 2622-8327

DOI: 10.5281/zenodo.4303829

Abstract:

The Covid-19 pandemic has led to the online learning system, so it is necessary to develop an alternative learning media to support it. The study objective was to develop a virtual laboratory of complexometric method calcium analysis as an online learning media for micronutrient analysis courses. Research and development studies were carried out in June-August 2020 using the Four-D model (Define, Design, Develop, Disseminate). The defined stage analysis results indicated the need for alternative learning media integrated with technologies such as virtual laboratories. The virtual laboratory of complexometric method calcium analysis contains a title and learning outcome, a review of the analysis principles presented in the dialogue simulation, an explanation of the analysis steps, the analysis process using a 3D simulation, a discussion of calculation methods, and an interactive quiz to evaluate the student comprehension. Expert validation showed that it was feasible as a learning media and had a good student perception. Therefore, it was feasible as an online learning media for the micronutrient analysis course.

Keyword: Calcium, titration, virtual laboratory

PENDAHULUAN

Laboratorium virtual dianggap sebagai salah satu jawaban atas masalah

yang dihadapi oleh lembaga pendidikan untuk memberikan pengalaman belajar eksperimental yang diperlukan bagi siswa atau mahasiswa. Pada masa pandemi

Covid-19 ini, semua kegiatan pembelajaran dihimbau untuk sebisa mungkin dilakukan secara daring termasuk mata kuliah praktikum. Selain itu pada kondisi pra-pandemi, pengorganisasian ruang laboratorium memakan waktu, mahal dan membutuhkan perhatian penuh akan peraturan kesehatan dan keselamatan (Ghergulescu et al., 2018).

Keuntungan menggunakan laboratorium sebagai media pembelajaran yaitu jika mahasiswa tidak dapat menghadiri sesi laboratorium nyata, laboratorium virtual menawarkan ruang untuk pembelajaran empiris dan memberi kesempatan untuk bereksperimen berulang kali dengan kasus yang berbeda terkait materi yang diujikan. Laboratorium virtual dapat mengurangi biaya pengoperasian dan pemeliharaan fasilitas laboratorium serta menawarkan lingkungan yang aman untuk membangun pengalaman dan antusiasme pembelajaran yang menggunakan bahan kimia berbahaya (Fernández-Avilés, Dotor, Contreras, & Salazar, 2016; Ghergulescu et al., 2018). Namun, laboratorium virtual juga menghadapi beberapa kritik seperti mengabaikan prosedur kesehatan dan keselamatan atau pengalaman bekerja di laboratorium yang tidak realistis jika implementasinya tidak dilakukan dengan benar (Culbertson & Kuchenbecker, 2016).

Laboratorium virtual menggunakan materi multimedia, eksperimen virtual atau latihan berbasis simulasi, serta video game dan gamifikasi. Beberapa laboratorium virtual telah dikembangkan untuk menunjang pembelajaran praktikum seperti laboratorium virtual berbasis website untuk analisis pangan (Handayani, Khoerunnisa, & Sugiarti, 2018) dan untuk analisis mikrobiologi pangan (Ramdani, Handayani, & Firdiana, 2018).

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia melalui Keputusan Menteri Kesehatan Nomor HK.01.07/MENKES/342/2020 tentang Standar Profesi Nutrisionis menetapkan bahwa salah satu keterampilan yang harus dikuasai seorang nutrisionis adalah menganalisis komposisi

zat gizi produk pangan yang dikembangkan (Kementerian Kesehatan, 2020). Keterampilan ini dapat diperoleh salah satunya melalui Mata Kuliah Analisis Zat Gizi Mikro. Capaian Pembelajaran Mata Kuliah (CPMK) Analisis Zat Gizi Mikro di Program Studi Gizi Universitas Negeri Medan adalah mahasiswa memiliki kemampuan menganalisis kandungan vitamin, mineral, fitokimia, nutrasetikal dan bahan tambahan pangan dalam makanan sesuai dengan karakteristiknya. Untuk mencapai tujuan tersebut, pada matakuliah tersebut membahas struktur dan sifat kimia berbagai zat gizi mikro dalam pangan serta prinsip-prinsip dasar dan cara melakukan analisis kimia zat gizi mikro yang mencakup vitamin, mineral, dan komponen kimia lainnya seperti komponen fitokimia, nutrasetikal dan bahan tambahan pangan.

Kondisi pandemi Covid-19 saat ini menyebabkan mahasiswa harus melakukan sebagian besar proses pembelajaran secara daring termasuk untuk Mata Kuliah Analisis Zat Gizi Mikro. Hal ini menyebabkan mahasiswa tidak bisa melakukan praktikum mata kuliah ini secara penuh di laboratorium. Beberapa pokok bahasan yang memungkinkan tetap diselenggarakan secara daring seperti materi analisis kalsium menggunakan metode titrasi kompleksometri. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk menunjang kegiatan belajar terkait dengan praktikum materi tersebut adalah menyajikan proses analisis dengan bantuan media laboratorium virtual (Fernández-Avilés et al., 2016). Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan laboratorium virtual tentang analisis kalsium metode kompleksometri sebagai media pembelajaran daring mata kuliah analisis zat gizi mikro.

METODOLOGI PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan atau *Research and*

Development (R&D) yang dilakukan pada bulan Juni-Agustus 2020. Model pengembangan yang digunakan adalah model Four-D (4D) yang terdiri dari empat (4) tahap, yaitu *Define* (penetapan), *Design* (perancangan), *Develop* (pengembangan), dan *Disseminate* (penyebaran) (Al-Tabany, 2017). Tahap *define* meliputi analisis kebutuhan laboratorium virtual melalui survei daring kepada mahasiswa gizi. Pada tahap *design*, prototipe media pembelajaran laboratorium virtual mulai dirancang meliputi penyusunan konten dan *layout* laboratorium virtual mengacu pada panduan merancang instruksi yang efektif. Tahap *develop* meliputi kegiatan pengembangan, validasi, revisi dan evaluasi laboratorium virtual. Pengembangan laboratorium virtual menggunakan aplikasi iSpring versi 9.7 (iSpring Solutions Inc, USA) yang terintegrasi dengan Microsoft Powerpoint dan Praxilabs sesuai dengan RPS kurikulum berorientasi KKNI dan hasil analisis kebutuhan. Proses validasi didasarkan pada standar kelayakan bahan ajar BSNP dan isi kurikulum berorientasi KKNI oleh 3 orang dosen ahli terkait materi dan media. Revisi dilakukan berdasarkan hasil validasi tersebut. Tahap evaluasi dilakukan dengan uji coba terhadap 55 orang mahasiswa semester 2 Tahun Ajaran 2019/2020 Program Studi Gizi, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Medan. Pada tahap *disseminate*, produk laboratorium virtual disebarkan kepada mahasiswa sebagai rujukan utama pada pembelajaran mata kuliah Analisis Zat Gizi Mikro.

Analisis data yang digunakan adalah analisis deskriptif. Data analisis kebutuhan dan persepsi mahasiswa terhadap media pembelajaran laboratorium virtual disajikan dalam bentuk persentase untuk setiap respon terhadap item pernyataan. Data hasil validasi ahli disajikan dalam bentuk nilai rata-rata.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Media pembelajaran laboratorium virtual analisis kalsium metode kompleksometri dirancang untuk melengkapi media penunjang praktikum yang belum dapat dilaksanakan di laboratorium secara langsung. Tahap analisis kebutuhan media pembelajaran berupa laboratorium virtual analisis zat gizi mikro perlu dilakukan sebagai acuan dalam mengembangkan media pembelajaran laboratorium virtual analisis zat gizi mikro yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik peserta didik (Jaya, 2012). Tahap ini bertujuan untuk melihat komponen apa saja yang terdapat di dalam media pembelajaran laboratorium virtual serta untuk mengetahui kelemahan dan kelebihan buku ajar yang digunakan pada materi analisis zat gizi mikro sebagaimana penelitian terdahulu dilakukan untuk media pembelajaran video (Emilia, Purba, Jahro, & Rosmiati, 2019). Butir pernyataan pada kegiatan ini disusun untuk mendapatkan gambaran tentang kebutuhan bahan ajar laboratorium virtual analisis zat gizi yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Respon mahasiswa terhadap pernyataan terkait kebutuhan laboratorium virtual analisis zat gizi mikro

No	Pernyataan	Sangat Setuju (%)	Setuju (%)	Netral (%)	Tidak Setuju (%)	Sangat Tidak Setuju (%)
1	Mata kuliah analisis zat gizi merupakan mata kuliah yang penting	41.9	53.5	4.6	0	0
2	Mata kuliah analisis zat gizi merupakan mata kuliah yang sulit dipahami	20.9	39.5	39.5	0	0
3	Mata kuliah analisis zat gizi dapat dipelajari menggunakan buku/modul ajar saja	0	2.3	20.9	60.5	16.3

4	Pembelajaran praktikum mata kuliah analisis zat gizi sebaiknya dilakukan di laboratorium	32.6	46.5	20.9	0	0
5	Pembelajaran mata kuliah analisis zat gizi sebaiknya menggunakan teknologi	7	55.8	37.2	0	0
6	Jika pembelajaran praktikum mata kuliah analisis zat gizi tidak memungkinkan dilaksanakan langsung di laboratorium, dapat diganti dengan membaca modul	0	16.3	60.5	18.6	4.7
7	Jika pembelajaran praktikum Mata Kuliah Analisis Zat Gizi tidak memungkinkan dilaksanakan langsung di laboratorium, dapat diganti dengan laboratorium virtual	11.6	25.6	48.8	11.6	2.3
8	Sumber belajar lain yang dapat digunakan untuk pembelajaran Mata Kuliah Analisis Zat Gizi oleh mahasiswa adalah internet	16.3	60.5	23.3	0	0

Pada pernyataan pertama, mahasiswa diminta merespon pernyataan bahwa analisis zat gizi merupakan mata kuliah yang penting, sedangkan pada butir pernyataan kedua diminta tanggapan bahwa analisis zat gizi merupakan mata kuliah yang sulit. Hampir seluruh responden setuju bahwa analisis zat gizi merupakan mata kuliah yang penting dan sebagian besar setuju bahwa mata kuliah analisis zat gizi merupakan mata kuliah yang sulit dipahami. Hasil ini serupa dengan

penelitian terdahulu dengan responden berbeda (Emilia et al., 2019). Hal ini menunjukkan bahwa perlu upaya pengembangan media pembelajaran yang akan mempermudah pemahaman peserta didik terhadap materi analisis zat gizi. Laboratorium virtual menjadi salah satu alternatif solusi akan kebutuhan tersebut (Fernández-Avilés et al., 2016).

Pernyataan selanjutnya dilakukan untuk mengidentifikasi sumber belajar analisis zat gizi. Sebanyak 76,8% mahasiswa tidak setuju dan sangat tidak setuju bahwa analisis zat gizi dapat dipelajari menggunakan buku/ modul ajar saja dan sebanyak 79,1% mahasiswa setuju dan sangat setuju jika praktikum analisis zat gizi dilaksanakan di laboratorium. Namun hal tersebut saat ini sulit dilaksanakan sehingga memerlukan alternatif lain sebagai sumber belajar yang dapat digunakan untuk menunjang pembelajaran analisis zat gizi. Upaya pemecahan masalah dalam pembelajaran dapat dilakukan dengan memanfaatkan berbagai sumber belajar dan bentuknya tidak hanya terbatas pada bentuk cetak seperti buku teks atau modul tetapi terdapat sumber belajar lain yang menggunakan teknologi, seperti laboratorium virtual, *video ajar*, *powerpoint interaktif*, bahan ajar yang berbentuk *softcopy*, dan lain-lain. Selain itu, salah satu ciri teknologi pendidikan yaitu penggunaan segala potensi yang dapat dijadikan sumber belajar dalam rangka memperoleh hasil belajar yang maksimal (Abdullah, 2012).

Alternatif sumber belajar tersebut hendaknya terintegrasi dengan teknologi (Chaeruman, 2019). Hal ini tercermin dari butir pernyataan lima, sebanyak 62.8 % mahasiswa setuju dan sangat setuju bahwa pembelajaran analisis zat gizi sebaiknya menggunakan teknologi sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya (Emilia et al., 2019). Salah satu pembelajaran yang terintegrasi teknologi yaitu pembelajaran menggunakan laboratorium virtual.

Pertanyaan selanjutnya mengarah pada kemungkinan pembelajaran jarak

jauh yang dilaksanakan selama masa pandemi dan dikaitkan dengan media alternatif yang dapat menggantikan pertemuan praktikum langsung di laboratorium. Sebagian besar mahasiswa memilih netral namun proporsi mahasiswa yang memilih tidak setuju jika hanya menggunakan modul pembelajaran lebih besar dibandingkan yang setuju. Berkebalikan dengan pilihan alternatif laboratorium virtual sebagai media pembelajaran praktikum lebih banyak mahasiswa yang setuju dan sangat setuju dibandingkan mahasiswa yang tidak setuju. Hal ini menjadi tantang bagi tim dosen pengampu untuk bisa menghadirkan media dan strategi pembelajaran praktikum yang sebisa mungkin menyerupai pertemuan tatap muka langsung di laboratorium.

Pada era digital ini, pembelajaran sebaiknya dapat di akses dimana saja, baik bahan ajar berupa tulisan, maupun berupa laboratorium virtual daring dan video (Chaeruman, 2019; Chen, Song, & Zhang, 2010). Akses yang mudah dan cakupan yang luas dapat diperoleh dengan penggunaan internet. Pernyataan terakhir dilakukan untuk mengidentifikasi hal tersebut. Hasilnya diperoleh bahwa 76,8 % mahasiswa setuju dengan hal tersebut. Saat ini internet merupakan kebutuhan primer bagi banyak kalangan. Sumber belajar bila disajikan lewat internet, akan memudahkan pembelajar untuk mengaksesnya. Mahasiswa dapat mengakses dimana saja dan kapan saja, tidak terbatas waktu dan tempat.

Berdasarkan uraian tersebut dapat disimpulkan bahwa Mata Kuliah Analisis Zat Gizi membutuhkan bahan ajar alternatif selain buku atau modul belajar yang sebaiknya terintegrasi dengan teknologi. Laboratorium virtual merupakan bahan ajar alternatif yang sangat baik digunakan. Laboratorium virtual juga sebaiknya dapat di akses secara terbuka melalui internet Mahasiswa dapat mengulang materi bila ada yang kurang paham secara mandiri dengan adanya laboatorium virtual.

Tahap *design* diawali dengan penyusunan konten laboratorium virtual yang meliputi judul, tujuan pembelajaran (Sub-CPMK), review penjelasan mengenai prinsip analisis yang disajikan dalam bentuk simulasi tanya jawab, penjelasan tahapan analisis, proses analisis menggunakan simulasi 3D, pembahasan mengenai cara perhitungan dan terakhir ditutup dengan kuis untuk melihat pemahaman mahasiswa terhadap materi yang disampaikan. Selanjutnya konten tersebut disusun dengan pengaturan *layout* yang tersedia pada aplikasi iSpring seperti tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2 Desain susunan konten dan *layout* virtual laboratorium

No	Konten	Penggunaan Menu pada iSpring
1	Judul	<i>Slide Ms. Powerpoint</i>
2	Capaian pembelajaran	<i>Slide Ms. Powerpoint</i>
3	Prinsip analisis	<i>Dialog Simulation</i> dan <i>Record Audio</i> antara laboran dan mahasiswa
4	Tahapan analisis	<i>Interaction</i> berupa list proses atau tahapan
5	Proses analisis	<i>Web Object</i> terintegrasi dengan <i>Praxilabs</i> berisi simulasi 3D
6	Cara pengolahan data	<i>Dialog Simulation</i> dan <i>Record Audio</i> antara laboran dan mahasiswa
7	Evaluasi	<i>Quiz</i> dengan tipe soal pilihan ganda dan isian singkat (numerik)

Proses pengembangan laboratorium virtual yang disusun berdasarkan desain konten dan layout disajikan pada Gambar 1 yang selanjutnya dilakukan proses validasi ahli. Aspek yang divalidasi diantaranya kualitas kualitas materi, kualitas Bahasa dan kualitas penyajian. Gambar tentang tampilan laboratorium virtual akan di tampilkan di bawah ini.



Gambar 1 Tampilan laboratorium virtual analisis kalsium metode kompleksometri. (A) Judul (B) *Dialog Simulation* prinsip analisis (C) *Interaction* tahapan analisis (D) Simulasi analisis 3D (E) *Dialog Simulataion* cara pengolahan data (F) *Quiz* evaluasi

Hasil validasi ahli laboratorium virtual analisis zat gizi mikro materi analisis kalsium disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil validasi laboratorium virtual

No	Aspek	Rata-rata Nilai
1	Kualitas materi	3.7
2	Kualitas bahasa	3.4
3	Kualitas penyajian	3.5
Rata-rata		3.5

Hasil validasi ahli menunjukkan bahwa laboratorium virtual dikategorikan layak untuk digunakan sebagai media pembelajaran setelah dilakukan beberapa perbaikan sesuai dengan masukan validator ahli. Contoh masukan terkait aspek kualitas materi laboratorium analisis kalsium sebaiknya dijelaskan lebih detail kompetensi yang ingin dicapai. Masukan untuk kualitas bahasa seperti istilah bahasa asing sebaiknya dijelaskan maksudnya

seperti istilah EDTA (*ethylenediaminetetraacetate*).

Revisi laboratorium virtual dilakukan berdasarkan pertimbangan pakar akademisi. Hasil masukan dari pakar diperbaiki dan disimpulkan bahwa laboratorium virtual analisis zat gizi mikro materi analisis kalsium yang telah dihasilkan dari beberapa tahapan validasi sudah memenuhi kriteria yang diinginkan yaitu bahan ajar berupa laboratorium virtual yang mudah dipahami oleh mahasiswa dan dosen, sederhana namun sesuai dengan materi yang diinginkan.

Laboratorium virtual yang telah direvisi berdasarkan masukan dari ahli akademisi selanjutnya diujicobakan kepada mahasiswa untuk mendapatkan persepsi mahasiswa terhadap media pembelajaran laboratorium virtual yang telah dikembangkan. Data persepsi mahasiswa disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Persepsi mahasiswa terhadap laboratorium virtual analisis zat gizi mikro yang dikembangkan

No	Pernyataan	Sangat Setuju	Setuju	Tidak Setuju	Sangat Tidak Setuju
		(%)	(%)	(%)	(%)
1	Tampilan ilustrasi (gambar) pada Laboratorium Virtual Analisis Zat Gizi Mikro sesuai dengan materi	12,7	85,5	1,8	0,0
2	Tampilan ilustrasi (gambar) pada Laboratorium Virtual Analisis Zat Gizi Mikro menarik	29,1	67,3	3,6	0,0
3	Pengetikan tulisan pada Laboratorium Virtual Analisis Zat Gizi Mikro jelas	14,5	74,5	9,1	1,8
4	Tampilan secara keseluruhan Laboratorium Virtual Analisis Zat Gizi Mikro menarik	18,2	70,9	10,9	0,0
5	Laboratorium Virtual Analisis Zat Gizi Mikro sangat bermanfaat sebagai media pembelajaran	29,1	70,9	0,0	0,0

No	Pernyataan	Sangat Setuju (%)	Setuju (%)	Tidak Setuju (%)	Sangat Tidak Setuju (%)
6	Laboratorium Virtual Analisis Zat Gizi Mikro meningkatkan efisiensi waktu belajar	16,4	76,4	7,3	0,0
7	Laboratorium Virtual Analisis Zat Gizi Mikro mudah dioperasikan	12,7	54,5	32,7	0,0
8	Laboratorium Virtual Analisis Zat Gizi Mikro praktis digunakan	12,7	69,1	18,2	0,0
9	Laboratorium Virtual Analisis Zat Gizi Mikro sangat membantu dalam memahami materi	14,5	76,4	9,1	0,0
10	Materi pada Laboratorium Virtual Analisis Zat Gizi Mikro sesuai dengan materi pada buku referensi utama	7,3	87,3	5,5	0,0
11	Materi pada Laboratorium Virtual Analisis Zat Gizi Mikro disajikan secara sistematis	9,1	83,6	7,3	0,0
12	Laboratorium Virtual Analisis Zat Gizi Mikro sangat interaktif	14,5	76,4	9,1	0,0
13	Laboratorium Virtual Analisis Zat Gizi Mikro meningkatkan motivasi untuk belajar	10,9	74,5	14,5	0,0
14	Laboratorium Virtual Analisis Zat Gizi Mikro memudahkan berlatih soal	14,5	70,9	14,5	0,0
15	Laboratorium Virtual Analisis Zat Gizi Mikro membuat belajar menjadi lebih menyenangkan	20,0	58,2	20,0	1,8
16	Laboratorium Virtual Analisis Zat Gizi Mikro dapat menggantikan praktikum tatap muka (substitusi)	14,5	60,0	21,8	3,6
17	Laboratorium Virtual Analisis Zat Gizi Mikro dapat digunakan sebagai pelengkap praktikum (komplemen)	20,0	74,5	3,6	1,8

No	Pernyataan	Sangat Setuju (%)	Setuju (%)	Tidak Setuju (%)	Sangat Tidak Setuju (%)
18	Saya suka media pembelajaran Laboratorium Virtual Analisis Zat Gizi Mikro ini	20,0	61,8	16,4	1,8

Berdasarkan hasil ujicoba tersebut dapat disimpulkan bahwa secara umum mahasiswa memiliki persepsi yang baik terhadap laboratorium virtual yang telah dikembangkan. Hal ini menunjukkan bahwa laboratorium virtual merupakan alternatif media pembelajaran yang disukai peserta didik sebagaimana penelitian terdahulu (Fatik, 2012; Yusuf, Widyaningsih, & Purwati, 2015).

Selain pertanyaan tertutup skala likert pada kuesioner, diberikan juga pertanyaan terbuka untuk menampung harapan mahasiswa terkait metode dan media pembelajaran. Mahasiswa masih sangat mengharapkan pembelajaran praktikum bisa dilakukan secara langsung. Kekurangan dari laboratorium yang dikembangkan menurut mahasiswa adalah aksesibilitas pada media pembelajaran tersebut dimana laboratorium virtual dapat dioperasikan dengan baik pada kondisi sinyal internet yang stabil. Hal ini menjadi tantangan bagi tim dosen untuk mengembangkan media pembelajaran yang bisa hampir menyerupai pembelajaran tatap muka langsung melalui laboratorium virtual yang dikembangkan. Media pembelajaran laboratorium virtual analisis kalsium metode kompleksometri selanjutnya digunakan sebagai bahan ajar untuk Mata Kuliah Analisis Zat Gizi Mikro.

KESIMPULAN

Laboratorium virtual mengenai analisis kalsium metode kompleksometri yang dikembangkan layak untuk dijadikan sebagai media pembelajaran daring Mata Kuliah Analisis Zat Gizi Mikro. Media pembelajaran ini diharapkan dapat menjadi media penunjang praktikum terutama pada

kondisi yang mengharuskan perkuliahan dilakukan secara daring seperti kondisi pandemic saat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, R. (2012). Pembelajaran berbasis pemanfaatan sumber belajar. *Jurnal Ilmiah Didaktika: Media Ilmiah Pendidikan Dan Pengajaran*, 12(2).
- Al-Tabany, T. I. B. (2017). *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif, Progresif, Dan Konteksual*. Prenada Media.
- Chaeruman, U. A. (2019). MENGINTEGRASIKAN TEKNOLOGI INFORMASI DAN KOMUNIKASI (TIK) KE DALAM PROSES PEMBELAJARAN: Apa, Mengapa dan Bagaimana? *Jurnal Teknodik*, 46–59.
- Chen, X., Song, G., & Zhang, Y. (2010). Virtual and remote laboratory development: a review. In *Earth and Space 2010: Engineering, Science, Construction, and Operations in Challenging Environments* (pp. 3843–3852).
- Culbertson, H., & Kuchenbecker, K. J. (2016). Importance of matching physical friction, hardness, and texture in creating realistic haptic virtual surfaces. *IEEE Transactions on Haptics*, 10(1), 63–74.
- Emilia, E., Purba, R., Jahro, I. S., & Rosmiati, R. (2019). Need Assessment of Video Learning Media as The Supporting Media for Nutrients Analysis Practice. In *ACEIVE 2019: Proceedings of the the 3rd Annual Conference of Engineering and Implementation on Vocational Education, ACEIVE 2019, 16 November 2019, Universitas Negeri Medan, North Sumatra, Indonesia* (p. 318). European Alliance for Innovation.
- Fatik, Z. (2012). Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika dengan Lab Virtual PhET pada Materi Gelombang Elektromagnetik di SMAN 1 Kutorejo. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 1(1).
- Fernández-Avilés, D., Dotor, D., Contreras, D., & Salazar, J. C. (2016). Virtual labs: A new tool in the education: Experience of Technical University of Madrid. In *2016 13th International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation (REV)* (pp. 271–272). IEEE.
- Ghergulescu, I., Lynch, T., Bratu, M., Moldovan, A., Muntean, C. H., & Muntean, G. M. (2018). STEM Education with atomic structure virtual lab for learners with special education needs. In *International Conference on Education and New Learning Technologies (EduLearn)*.
- Handayani, M. N., Khoerunnisa, I., & Sugiarti, Y. (2018). Web-Based Virtual Laboratory for Food Analysis Course. *MS&E*, 306(1), 12083.
- Jaya, H. (2012). Pengembangan laboratorium virtual untuk kegiatan paraktikum dan memfasilitasi pendidikan karakter di smk. *Jurnal Pendidikan Vokasi*, 2(1).
- Kementerian Kesehatan. (2020). *Standar Profesi Nutrisionis*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Ramdani, F., Handayani, S., & Firdiana, B. (2018). Development of virtual laboratory of food microbiology-based websites. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 434, p. 12276). IOP Publishing.
- Yusuf, I., Widyaningsih, S. W., & Purwati, D. (2015). Pengembangan perangkat pembelajaran Fisika Modern berbasis media laboratorium virtual berdasarkan paradigma pembelajaran abad 21 dan Kurikulum 2013. *Pancaran Pendidikan*, 4(2), 189–200.