



Pengembangan Media Praktikum Virtual Analisis Logam Besi Secara Spektrofotometri UV-Vis Berbasis Microsoft Excel Sebagai Media Alternatif pada Praktikum Analisa Instrumen dan Pemisahan

Ibnu Khaldun*, M. Nasir, Zaskhia Maulida

Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Indonesia.

*Email: ikhaldun246@gmail.com

DOI: 10.24815/jpsi.v10i3.24063

Article History:

Received: December 27, 2021

Revised: April 11, 2022

Accepted: April 28, 2022

Published: May 11, 2022

Abstract. The outbreak of the Covid-19 virus (Corona virus disease-19) in Indonesia, precisely in early March 2020, the government issued a lockdown policy in several areas, self-isolation, physical distancing, and distance learning in education units. The face-to-face lecture system in the classroom is replaced with online or online learning, so that practicum activities are also carried out online. Undergoing virtual practicum, educators are required to be creative and innovative in choosing practicum media, this is needed to facilitate and motivate students in independent learning. One of the interactive learning media that can support online practicum is microsoft excel-based practicum media. This study aims to determine the feasibility of the media and student responses to the virtual practicum media analysis of ferrous metal spectrophotometrically based on microsoft excel. This study uses the research and development (R&D) method with the ADDIE model. The research was conducted at the Department of Chemistry Education, Faculty of Teacher Training and Education, Syiah Kuala University (FKIP USK). The sample was selected by random sampling, obtained 23 students who took the Chemistry Practicum of Instrument Analysis and Separation courses. The research instrument used a media validation sheet, a student response questionnaire, and a system usability scale (SUS) questionnaire. Data analysis used the percentage formula. The results of the validation of the feasibility of the virtual practicum media analysis of ferrous metal spectrophotometry UV-Vis based on microsoft excel by experts obtained a percentage of 82% with a very feasible category. Students gave positive responses to the virtual practicum media for spectrophotometric analysis of ferrous metal based on microsoft excel, and the SUS questionnaire obtained a sufficient category.

Keywords: Spectrophotometry UV-Vis, Microsoft Excel, Virtual Laboratory, Learning Media, Iron

Pendahuluan

Kegiatan praktikum pada hakikatnya merupakan implementasi salah satu dari empat pilar proses pembelajaran yaitu learning to do yang berarti belajar untuk menguasai keterampilan proses sains (Canelas, dkk., 2017, Angraini, dkk., 2019, Khairuna, dkk., 2021). Namun, sejak mewabahnya virus Covid-19 (Corona virus disesase-19) di Indonesia, tepatnya pada awal April 2020 pemerintah mengeluarkan kebijakan lockdown di beberapa daerah, self isolation dan physical distancing. Sebagai respon untuk mencegah penularan Covid-19, Universitas Syiah Kuala mengambil kebijakan agar sistem perkuliahan tatap

muka di kelas diganti menjadi pembelajaran dalam jaringan atau daring, sehingga kegiatan praktikum juga dilakukan secara daring menggunakan program interaktif. Salah satu topik praktikum pada mata kuliah dengan kode CED304 yaitu Praktikum Kimia Analisa Instrumen dan Pemisahan di Jurusan Pendidikan Kimia FKIP USK yaitu analisis unsur besi dalam sampel air atau limbah pabrik secara spektrofotometri UV-Vis.

Menjalani praktikum secara virtual, dosen dituntut kreatif dan inovatif dalam memilih media praktikum, hal ini diperlukan untuk memfasilitasi serta memotivasi mahasiswa dalam belajar mandiri (Penn dan Ramnarain, 2019). Menurut Ollino, dkk., (2018) dan Septhiani, dkk (2017) pemanfaatan media berbasis komputer sebagai media pembelajaran perlu dilakukan untuk memberikan variasi atau alternatif agar peserta didik lebih tertarik mengikuti pembelajaran, terlebih lagi pada masa pandemi. Pemilihan media interaktif sebagai sarana praktikum secara virtual dapat dikembangkan sebagai solusi dari segala permasalahan praktikum secara langsung seperti, keterbatasan pengadaan alat, bahan, dan ruang laboratorium serta dukungan terhadap kebijakan pemerintah dalam menerapkan pembelajaran daring sebagai upaya pencegahan penyebaran Covid-19 (Dewa, dkk., 2020, Arif dan Muthoharoh, 2021). Hal ini sesuai dengan pendapat Veiga, dkk (2019) bahwa manfaat lain dari penggunaan media interaktif adalah keringanan biaya, masalah ukuran, dan kinerja dapat diatasi oleh realitas virtual yang dapat mensimulasikan serangkaian percobaan tanpa melakukan aktivitas langsung di laboratorium.

Pengembangan media praktikum virtual sebagai laboratorium berbasis microsoft excel menjadi salah satu rangkaian inovasi agar mahasiswa tetap dapat melaksanakan praktikum dari rumah (Rokhim, dkk.,2020). Laboratorium virtual memiliki keunggulan yang tidak dimiliki laboratorium konvensional yaitu kemampuan menampilkan model visual untuk menjangkau konsep dengan representasi hingga pada level sub-mikroskopik sehingga mampu menarik minat peserta didik dalam mempelajari suatu konsep yang dianggap membosankan (Rahmi, dkk., 2021). Salah satu software yang dapat mengaplikasikan untuk membuat media interaktif seperti pada titrasi volumetri (Khaldun, dkk. 2018) ataupun larutan penyangga (Anizar, dkk., 2018) yaitu microsoft excel.

Software microsoft excel memiliki keunggulan dalam mengolah angka, menggunakan rumus-rumus logika, mudah diprogramkan dan ketersediaannya yang luas di setiap komputer (Khaldun, 2019). Namun, belum ditemukan artikel terkait pengembangan media praktikum berbasis microsoft excel yang terkait dengan spektrofotometri UV-Vis.

Berdasarkan kenyataan di atas, penulis memberikan solusi dengan mengembangkan media praktikum pada mata kuliah Kimia Analisis Instrumen dan Pemisahan menggunakan microsoft excel secara interaktif sesuai dengan buku penuntun praktikum yang telah digunakan selama sebelum masa pandemi. Adapun keunggulan media praktikum berbasis microsoft excel terdapat pada nilai interaktifitasnya, dimana program ini mampu mensimulasikan cara kerja instrumen spektrofotometri UV-Vis dan mampu memperlihatkan perubahan warna larutan sampel (Khaldun, 2019). Media praktikum ini dirancang interaktif agar mahasiswa dapat mengulangi percobaan sehingga memahaminya dengan baik (Astuti & Bhakti, 2018). Program praktikum yang dikembangkan juga dirancang agar dapat dioperasikan secara offline dan diakses secara gratis. Tujuan dari pengembangan media praktikum ini yaitu sebagai alternatif pelaksanaan praktikum yang dilakukan secara daring selama masa pandemi Covid-19.

Metode

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan (research and development). Pengembangan media praktikum spektrofotometri UV-Vis virtual menggunakan model pengembangan ADDIE. Langkah-langkah pengembangan media ini terdiri atas lima tahap yaitu analysis, design, development, implementation dan evaluation.

Instrumen yang digunakan adalah lembar penilaian kelayakan media, lembar penilaian tanggapan mahasiswa, dan lembar penilaian system usability scale (SUS). Lembar penilaian SUS digunakan untuk mengukur (efektivitas, efisiensi, dan kepuasan) suatu produk menurut sudut pandang subjektif pengguna.

Pengumpulan data penelitian dilakukan dengan memberikan angket kepada mahasiswa Jurusan Pendidikan Kimia FKIP Universitas Syiah Kuala yang telah dan sedang mengambil matakuliah Praktikum Kimia Analisa Instrumen dan Pemisahan, selanjutnya memberikan lembar angket validasi media kepada dua validator ahli. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kualitatif dengan tujuan untuk memperoleh kesimpulan mengenai kelayakan media yang telah dikembangkan sebagai bahan ajar. Penilaian kelayakan media dianalisis dengan menggunakan rumus persentase. Pemberian skor kelayakan media ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Skor persentase penilaian kelayakan media

No	Kelayakan media (K) (%)	Kriteria kelayakan	Keterangan
1	$80 < K \leq 100$	Sangat layak	Tidak direvisi
2	$60 < K \leq 80$	Layak	Tidak direvisi
3	$40 < K \leq 60$	Cukup	Tidak direvisi
4	$20 < K \leq 40$	Tidak layak	Direvisi
5	$0 < K \leq 20$	Sangat tidak layak	Direvisi

Analisis tanggapan mahasiswa dilakukan dengan memberikan angket kepada responden kemudian dianalisis dengan menggunakan rumus persentase.

Hasil perhitungan skor tanggapan responden dihitung dengan standar yang berpatokan pada Tabel 2.

Tabel 2. Skor persentase tanggapan mahasiswa

No	Tanggapan mahasiswa (T) (%)	Keterangan
1	$81 < T \leq 100$	Sangat kurang
2	$61 < T \leq 81$	Kurang
3	$41 < T \leq 61$	Cukup
4	$21 < T \leq 41$	Baik
5	$0 < T \leq 21$	Sangat baik

Sumber: (Hidayah & Maharani, 2018)

Hasil dan Pembahasan

Tahap Analisis

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini adalah melakukan analisis kebutuhan praktikum pada matakuliah Praktikum Kimia Analisa Instrumen dan Pemisahan yang terdapat pada buku penuntun praktikum, salah satu topiknya yaitu analisis besi secara spektrofotometri UV-Vis. Selanjutnya mencari data-data sekunder yang terkait dengan analisis besi tersebut dari beberapa artikel jurnal ilmiah seperti gambar, alat, dan data hasil penelitian. Berdasarkan hasil penelusuran literatur diketahui panjang gelombang maksimum spektrum absorpsi ion besi dengan fenantrolin yaitu 510 nm dan persamaan kurva kalibrasinya yaitu $y = 113x - 0,02$ dengan harga $R^2 = 0,999$ (Sari dan Sugiarto, 2015).

Tahap Desain

Pada tahap ini dilakukan perancangan konsep media, konten media, serta perancangan alat ukur media. Menelusuri gambar spektrofotometer UV-Vis dengan kriteria gambar alat menampilkan semua bagian instrumen secara lengkap dan layar monitor menghadap ke depan dengan posisi tegak lurus sehingga mudah dilihat (Gambar 1).



Gambar 1. Spektrofotometer UV-Vis portable
(Sumber: <http://sc04.alicdn.com/kf/HTB10BVudRsmBKNjSZFFq6AT9VXao.jpg>)

Tahap Pengembangan

Pengembangan dilakukan dengan merampungkan seluruh rancangan media, konsep, konten serta alat ukur sehingga media siap untuk divalidasi. Isi atau konten media terdiri atas beberapa kegiatan praktikum yaitu: (1) menentukan kuvet yang sepadan (matching cuvet), (2) menentukan panjang gelombang maksimum, (3) membuat kurva kalibrasi, dan (4) mempelajari pengaruh keberadaan ion pengganggu seperti ion $Mg(II)$. Data-data yang diperlukan untuk media ini diperoleh dari artikel Studi gangguan $Mg(II)$ dalam analisa besi (II) dengan pengompleks o-fenantrolin menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Sari dan Sugiarto, 2015). Selain mempelajari adanya gangguan ion $Mg(II)$, dalam program ini juga ditambahkan gangguan ion lain seperti ion $Ag(I)$ (Dianawati dan Sugiarto, 2013), ion $Cd(II)$ (Rachmasari dan Sugiarto, 2017), ion $Cu(II)$ (Wang dan Sugiarto, 2015), dan ion $Hg(II)$ (Anjarsari dan Sugiarto, 2016). Pengguna (user) dapat memilih salah satu kegiatan praktikum menggunakan Tombol T1 seperti pada Gambar 2 .



Gambar 2. Tombol fungsi T1 menampilkan beberapa jenis kaitan praktikum



Gambar 3. Tampilan media pembelajaran

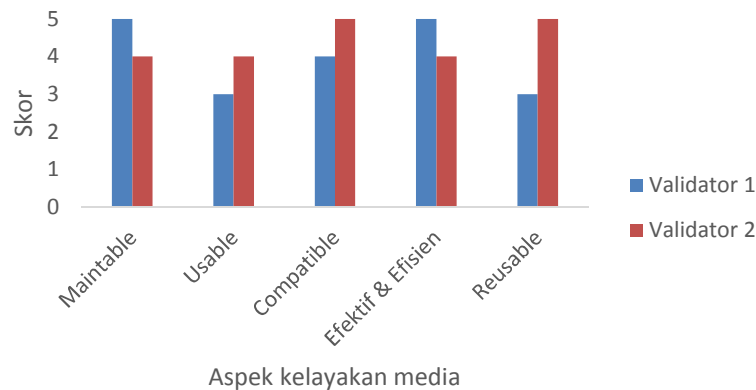
Media ini dilengkapi dengan beberapa informasi yang terkait dengan praktikum sebenarnya seperti: alat dan bahan yang digunakan, prosedur kerja, dan evaluasi. Selain itu, media ini dilengkapi dengan beberapa tabel pendukung untuk menempatkan beberapa data seperti: data absorbansi matching kuvet, data absorbansi dan variasi panjang gelombang untuk penentuan λ_{maks} , data absorbansi dan konsentrasi untuk membuat kurva kalibrasi, data absorbansi dan variasi konsentrasi ion-ion pengganggu seperti ion $Mg(II)$, $Ag(I)$, $Cd(II)$, $Cu(II)$, dan $Hg(II)$, data absorbansi persen recovery (%R), data absorbansi pengaruh konsentrasi $Fe(III)$ pada senyawa kompleks Fe -fenantrolin, dan data absorbansi pengaruh variasi konsentrasi ligan fenantrolin pada senyawa kompleks Fe -fenantrolin.

Tahap Implementasi

Tahap implementasi merupakan tahap uji coba media praktikum berbasis microsoft excel kepada mahasiswa aktif yang mengambil mata kuliah Praktikum Kimia Analisa Instrumen yang berjumlah 23 orang pada kelas 02. Penelitian dilakukan secara online, langkah awal yang dilakukan adalah membentuk grup WhatsApp sebagai media komunikasi dan untuk membagikan media praktikum serta link googleform untuk memperoleh data hasil survey yaitu angket tanggapan mahasiswa dan angket System Usability Scale (SUS). Sebelum diujicobakan kepada responden, media praktikum ini terlebih dahulu divalidasi kelayakannya oleh 2 orang validator ahli.

Hasil validasi kelayakan media praktikum berbasis microsoft excel

Media praktikum berbasis microsoft excel divalidasi kelayakannya oleh 2 orang validator ahli, hasilnya sebagai berikut:

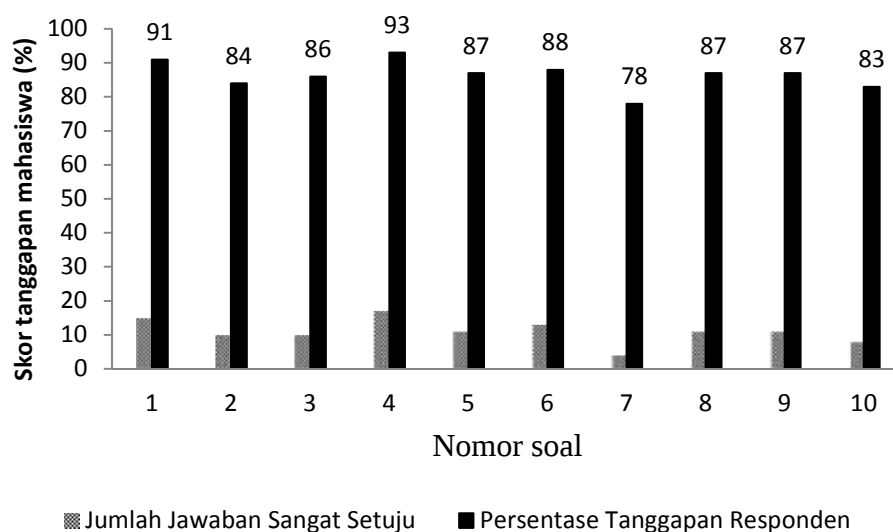


Gambar 4. Aspek kelayakan media

Validator memberikan penilaian terhadap media praktikum berbasis microsoft excel yang dikembangkan berdasarkan butir-butir aspek kelayakan serta memberi saran dan komentar yang berkaitan dengan materi sebagai acuan revisi perbaikan dan penyempurnaan media yang dikembangkan. Berdasarkan hasil rekapitulasi aspek kelayakan media mendapat persentase sebesar 84%, aspek komunikasi visual mendapat persentase 82%, dan aspek materi mendapat persentase sebesar 80%. Adapun hasil penilaian kelayakan media menurut validator secara keseluruhan adalah 82%, menunjukkan bahwa produk media praktikum analisis logam besi berbasis microsoft excel mendapatkan kriteria sangat layak.

Hasil tanggapan mahasiswa terhadap media praktikum berbasis microsoft excel

Hasil angket tanggapan yang telah dibagi kepada 23 orang mahasiswa dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil tanggapan mahasiswa terhadap media praktikum

Berdasarkan Gambar 5 menunjukkan tanggapan mahasiswa terhadap pengembangan media praktikum virtual analisis logam besi secara spektrofotometri UV-Vis berbasis microsoft excel diperoleh nilai rata-rata 86% dengan kategori sangat baik. Menurut Santika, dkk., (2019) pembelajaran menggunakan software microsoft excel dapat meningkatkan kemandirian peserta didik seperti aktivitas visual, aktivitas lisan, aktivitas mendengarkan, aktivitas menulis, dan aktivitas emosional.

Hasil lembar penilaian System Usability Scale (SUS)

Hasil angket SUS yang diisi oleh mahasiswa dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil tanggapan mahasiswa pada angket SUS terhadap pengembangan media praktikum virtual analisis logam besi secara spektrofotometri UV-Vis berbasis microsoft excel

No	Nama responden	Nomor item soal/skor hasil angket										Skor	Kriteria
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	RJ	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3	53	D
2	SU	4	3	3	5	4	2	3	2	3	3	55	C
3	WH	4	2	5	3	5	3	5	2	5	4	75	B
4	RN	3	4	4	5	5	2	4	2	4	5	55	C
5	SB	4	3	4	3	4	2	4	2	4	3	68	C
6	RM	4	2	4	3	5	2	4	2	3	4	68	C
7	RH	3	3	3	4	4	3	4	2	4	4	55	C
8	TS	3	2	3	4	5	2	3	3	3	4	55	C
9	MM	4	2	4	4	5	2	4	1	5	4	73	C
10	ZA	4	4	4	4	5	5	5	4	4	4	53	C
11	MS	4	3	5	4	5	3	4	2	4	4	65	C
12	CD	4	4	4	2	4	2	4	2	4	4	65	C
13	LN	3	2	3	5	5	2	1	3	3	5	45	D
14	LS	3	2	4	5	4	4	3	3	3	5	45	D
15	CE	5	1	5	4	5	1	4	2	5	4	80	B
16	RN	5	4	4	3	5	1	3	2	4	4	68	C
17	DN	4	2	3	4	4	3	4	2	4	3	65	C
18	FA	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	50	C
19	AR	4	2	4	4	4	2	3	3	3	4	58	C
20	MW	4	2	4	3	4	2	4	2	3	3	68	C
21	RD	5	2	4	3	5	2	4	3	4	3	63	C
22	ND	3	3	4	3	4	3	3	3	3	4	53	C
23	RU	4	2	4	3	4	2	4	2	3	3	68	C
Rata-rata skor												61	C

Berdasarkan Tabel 3, hasil rekapitulasi data angket System Usability Scale (SUS) pada media praktikum virtual analisis logam besi secara spektrofotometri UV-Vis berbasis microsoft excel memperoleh rata-rata skor 60.76 dengan peringkat "C" atau "OK". Perolehan skor angket SUS dapat diinterpretasikan ke dalam (adjective rating) untuk

menjelaskan tingkat usability suatu sistem yang diterjemahkan ke dalam (acceptability range) untuk menentukan sistem dapat diterima atau tidak oleh pengguna.

System Usability Scale juga dapat diinterpretasikan ke dalam percentile rank dimana penilaian diilustrasikan terbagi dalam kategori A, B, C, D dan F. Disimpulkan bahwa hasil penilaian responden pada media praktikum berbasis microsoft excel sebagai berikut: a) acceptability ranges (tingkat penerimaan) pengguna dalam kategori marginal low, B) grade scale dalam kategori D, dan C) adjective rating dalam kategori "OK".

Penilaian antara percentile rank berbeda dengan acceptability ranges, grade scale, adjective rating. Hal ini dikarenakan kategori penilaian yang digunakan berbeda. Jika menggunakan SUS Score percentile rank hasil penilaian diperoleh dari perbandingan hasil pengguna secara umum (Aprilia, dkk. 2015). Sedangkan pada acceptability ranges, grade scale, adjective ratings dibedakan dalam 3 kategori. Penentuan score percentile rank adalah sebagai berikut: 1) Grade A $\geq 80,3$; 2) $74 \leq \text{Grade B} \leq 80,3$; 3) $68 \leq \text{Grade C} < 74,4$; 4) $51 \leq \text{Grade D} < 68$ dan 5) Grade F < 51 (Sauro dan Lewis, 2016). Berdasarkan dari penentuan hasil percentile rank tersebut diperoleh hasil penilaian responden terhadap media simulasi berbasis microsoft excel sebesar 60,67. Hal ini menunjukkan produk media berada pada grade D, yang menunjukkan bahwa media praktikum analisis logam besi berbasis microsoft excel tersebut memiliki usability yang dapat diterima oleh pengguna, namun masih dalam rentang nilai rata rata, dan pengguna belum pada tahap merekomendasikan produk media praktikum analisis logam besi berbasis microsoft excel ini kepada pengguna lainnya.

Tahap Evaluasi

Tahap evaluasi dilakukan untuk mengetahui kelayakan atau keberhasilan pengembangan media praktikum virtual analisis logam besi secara spektrofotometri UV-Vis berbasis microsoft excel. Berdasarkan hasil validasi yang telah dilakukan oleh validator ahli terhadap kelayakan media praktikum berbasis microsoft excel memperoleh kategori "sangat layak" sebesar 82%. Tanggapan responden terhadap media praktikum virtual analisis logam besi secara spektrofotometri UV-Vis berbasis microsoft excel lebih banyak memberikan tanggapan setuju jika dibandingkan tanggapan tidak setuju. Hasil tanggapan SUS oleh responden memperoleh usability dengan kategori "Cukup".

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa media praktikum virtual analisis logam besi secara spektrofotometri UV-Vis berbasis microsoft excel dinyatakan sangat layak digunakan oleh mahasiswa yang mengambil mata kuliah praktikum Kimia Analisis Instrumen dan Pemisahan karena dari hasil validasi kelayakan diperoleh sebesar 82%. Selain itu, mahasiswa sebagai pengguna media ini memberikan tanggapan positif dan berdasarkan angket SUS memperoleh kategori cukup.

Daftar Pustaka

- Angraini, L.M., Wirawan, R., & Qomariyah, N. 2019. Penerapan metode eksperimen berbasis laboratorium virtual untuk meningkatkan keterampilan mengajar guru fisika SMA se-kabupaten Lombok Utara. *Jurnal Warta Desa*, 1(2):223-230. <https://doi.org/10.29303/jwd.v1i2.59>.
- Anizar, Gani, A. Khaldun, I. & Bahi, M. 2018. The development of a module with microsoft excel-based interactive media on the topic of buffer solution. *Journal of Physics: Conference Series*, 1088(1):012119, 1–7. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1088/1/012119/meta>.
- Anjarsari, N. & Sugiarso, D. 2016. Analisa gangguan ion merkuri(II) terhadap kompleks besi(II)-fenantrolin menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 4(2):139-142. <https://ejurnal.its.ac.id/index.php/sains-seni/article/view/14027>.
- Aprilia, I.H.N., Santoso P.I., & Ferdiana, R. 2015. Pengujian usability website menggunakan system usability scale. *Jurnal IPTEK-KOM (Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Komunikasi)*, 17(1):31-38. <https://media.neliti.com/media/publications/228045-pengujian-usability-website-menggunakan-8af9e315.pdf>.
- Arif, S. & Muthoharoh, A.N. 2021. Pengembangan media pembelajaran berbasis powtoon dalam meningkatkan kemampuan representasi IPA di tengah pandemi covid 19. *Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA*. 5(1):112-124. <http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/JIPI/article/view/19779/13658>.
- Astuti, I.A. & Bhakti, Y.B. 2018. Interactive learning multimedia based microsoft excel on the temperature and heat. *Unnes Science Education Journal*, 7(1):2-6. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/usej/article/view/21355>.
- Bangor, A., Kortum, P., & Miller, J. 2009. Determining what individual SUS scores mean: adding an adjective rating scale. *Journal of Usability Studies*, 4(3):114-123. <https://uxpajournal.org/determining-what-individual-sus-scores-mean-adding-an-adjective-rating-scale/>.
- Canelas, D.A., Hill, J.L., dan Novicki, A. 2017. Cooperative learning in organic chemistry increases student assessment of learning gains in key transferable skills. *Chemistry Education Research and Practice*, 18:441-456. <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2017/rp/c7rp00014f>.
- Dewa, E., Mukin, M.U.J., & Pandango, O. 2020. Pengaruh pembelajaran daring berbantuan laboratorium virtual terhadap minat dan hasil belajar kognitif fisika. *Jurnal Riset Teknologi dan Inovasi Pendidikan (JARTIKA)*, 3(2):351-359. <https://journal.rekarta.co.id/index.php/jartika/article/view/363/338>.
- Dianawati, S. & Sugiarso, R.D.S. 2013. Studi gangguan Ag(I) dalam analisa besi dengan pengompleks 1,10-fenantrolin pada pH 4,5 secara spektrofotometri UV-Vis, *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 2(2):29-33. <https://ejurnal.its.ac.id/index.php/sains-seni/article/view/3734>.

- Hidayah, R. & Maharani, D.K. 2018. Pengembangan buku petunjuk praktikum kimia anorganik yang disertai dengan material safety data sheet. *Jurnal Pembelajaran Kimia*, 3(1):13-21. <http://journal2.um.ac.id/index.php/j-pek/article/view/2450>.
- Khairuna, Rahmatan, H., Sarong, M.A., Supriatno, & Pada, A.U.T. 2021. Penerapan model discovery learning dengan pemanfaatan virtual laboratory untuk meningkatkan keterampilan proses sains dan hasil belajar peserta didik pada materi sistem ekskresi. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*. 9(2):280-292. <http://jurnal.unsyiah.ac.id/JPSI/article/view/18875/13708>.
- Khaldun, I. 2019. Aplikasi microsoft excel pada program titrasi volumetri. Cetakan ke-1. Syiah Kuala University Press, Banda Aceh.
- Khaldun, I., Hasan, M., & Nilawati. 2018. Application of microsoft excel as an interactive learning media of acid-base titration. *Journal of Physics: Conference Series*, 1088(1):012034, 1 – 6. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1088/1/012034>.
- Ollino, M., Aldoney, J., Domínguez, A.M., & Merino, C., 2018. A new multimedia application for teaching and learning chemical equilibrium. *Chemistry Education Research and Practice*, 19:364-374. <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2018/rp/c7rp00113d>.
- Penn, M. & Ramnarain, U. 2019. South african university students' attitudes towards chemistry learning in a virtually simulated learning environment, *Chemistry Education Research and Practice*, 20:699–709. <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2019/RP/C9RP00014C>.
- Rachmasari, R.A. & Sugiarto, R.D.S. 2017, Analisis pengaruh ion Cd(II) pada penentuan ion Fe(II) dengan pengompleks 1,10-fenantrolin menggunakan spektrofotometer UV-Vis, *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 6(1):5-10. http://ejurnal.its.ac.id/index.php/sains_seni/article/view/22626.
- Rahmi, R., Khaldun, I., & Mustanir. 2021. Development of microsoft excel-based interactive media on chemical reaction balancing. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. 7(3):408–413. <https://jppipa.unram.ac.id/index.php/jppipa/article/view/612>.
- Rokhim, D.A., Asrori M.R., & Widarti, H.R. 2020. Pengembangan virtual laboratory pada praktikum pemisahan kimia terintegrasi telepon pintar. *Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 3(2):216-226. <http://dx.doi.org/10.17977/um038v3i22020p216>.
- Santika, S., Nugraha, D.A., & Solihat, A.N. 2019. Efektivitas penggunaan lembar kerja berbasis masalah dengan bantuan microsoft excel pada mata kuliah komputer. *Jurnal Teorema: Teorema dan Riset Matematika*, 4(1):22-30. <http://dx.doi.org/10.25157/teorema.v4i1.1723>.
- Sari, N., & Sugiarto, R.D.S. 2015. Studi gangguan Mg(II) dalam analisa besi(II) dengan pengompleks ofenantrolin menggunakan spektrofotometer UV-Vis. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 3(1):8-12. <https://repository.its.ac.id/id/eprint/1331>.
- Sauro, J. & Lewis, J.R. 2016. Quantifying the user experience practical statistics for user research, Elsevier Science, Amsterdam.

- Septhiani, S., Mujamil, J., & Ibrahim, R. 2017. Pengaruh penggunaan multimedia berbasis komputer terhadap hasil belajar kimia pada materi minyak bumi di kelas X SMA N 1 Indralaya. Jurnal Penelitian Pendidikan Kimia, 4(1):36-42. <https://doi.org/10.36706/JPPK.V4i1.8204>.
- Veiga, N., Luzardo, F., Irving, K., Rodriguez-Ayan, M.N., & Torres, T. 2019. Online pre-laboratory tools for first-year undergraduate chemistry course in Uruguay: student preferences and implications on student performance. Chemistry Education Research and Practice, 20: 229-245. <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2019/rp/c8rp00204e>.
- Wang, S. & Sugiarto, R.D.S. 2015. Studi gangguan Cu^{2+} pada analisa besi(III) dengan pengompleks 1,10-fenantrolin pada pH 3,5 secara spektrofotometri UV-Vis, Jurnal Sains dan Seni ITS, 4(2):100-104. <https://dx.doi.org/10.12962/j23373520.v4i2.13547>.