

**PENGEMBANGAN SIMULATOR STRUKTUR SENYAWA BENZENA
BERBASIS *SMARTPHONE***

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan
Program Studi Pendidikan Kimia



Disusun Oleh:

Axel William Fritz Setiawan

NIM 1900314

PROGRAM STUDI PENDIDIKAN KIMIA

FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

BANDUNG

2023

**PENGEMBANGAN SIMULATOR STRUKTUR SENYAWA BENZENA
BERBASIS *SMARTPHONE***

Oleh

Axel William Fritz Setiawan

(1900314)

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana
Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Kimia Fakultas Pendidikan
Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Axel William Fritz Setiawan

© Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2023

Hak Cipta dilindungi undang-undang. Skripsi ini tidak boleh diperbanyak
seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang, di-fotocopy, atau cara lainnya
tanpa izin dari penulis.

LEMBAR PENGESAHAN
AXEL WILLIAM FRITZ SETIAWAN
PENGEMBANGAN SIMULATOR STRUKTUR SENYAWA BENZENA
BERBASIS *SMARTPHONE*

Disetujui dan Disahkan oleh:

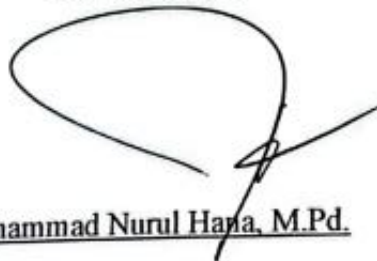
Pembimbing 1:



Dr. Ijang Rohman, M.Si.

NIP. 196310291987031001

Pembimbing 2:



Muhammad Nurul Hana, M.Pd.

NIP. 197101191997021001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Pendidikan Kimia

FPMIPA UPI



Dr. Wiji, M. Si.

NIP. 197204302001121001

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Axel William Fritz Setiawan
NIM : 1900314
Program Studi : Pendidikan Kimia
Fakultas : Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Alam

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengembangan Simulator Struktur Senyawa Benzena Berbasis *Smartphone*” ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya sendiri atas arahan para pembimbing. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku di masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, Agustus 2023

Pembuat Pernyataan



Axel William Fritz Setiawan

1900314

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengembangan Simulator Struktur Senyawa Benzena Berbasis *Smartphone*”.

Skripsi ini disusun sebagai pemenuhan sebagian syarat memperoleh gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Kimia, Departemen Pendidikan Kimia, Universitas Pendidikan Indonesia. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, besar harapan penulis akan adanya kritik dan saran yang membangun untuk meningkatkan kompetensi akademik dan profesionalisme penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan semua pihak pada umumnya.

Bandung, Agustus 2023

Penulis

UCAPAN TERIMAKASIH

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari dukungan dan bantuan banyak pihak, baik yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan kali ini penulis menuliskan rasa terima kasih kepada:

1. Orang Tua tercinta, yaitu Bapak Budi Setiawan dan Ibu Hesty Andriani yang selalu mendoakan dan memberi dukungan yang tak terhingga sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik
2. Seluruh Jemaat Gereja Kristus Rahmani Indonesia ABDI Kasih Bandung yang telah mendoakan dan memberi dukungan yang tak terhingga sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
3. Bapak Dr. Ijang Rohman, M.Si., selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Muhammad Nurul Hana, M.Pd., selaku Dosen Pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktu disela kesibukannya untuk membimbing, memberi arahan, dan motivasi kepada penulis selama proses penyusunan hingga skripsi ini dapat terselesaikan.
4. Bapak Drs. Rahmat Setiadi, M.Sc., Ibu Heli Siti Halimatul Munawaroh, Ph.D., dan Bapak Gun Gun Gumilar, M.Si., selaku dosen-dosen pembimbing tim KBK Media lainnya yang telah bersedia meluangkan waktu untuk membimbing, menilai, memberikan arahan, dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini
5. Bapak Drs. Rahmat Setiadi, M.Sc. sebagai dosen pembimbing akademik selama 4 tahun berkuliah di Pendidikan Kimia UPI yang telah membantu memberikan berbagai masukan dan meluangkan waktu untuk memberikan arahan dan motivasi.
6. Rekan-Rekan KBK Media 2023 yang selalu memberikan bimbingan, dorongan dan motivasi untuk selalu berjuang sampai akhir.
7. Bapak Stephanus Abednego, S. T., M. Kom., selaku kepala sekolah SMAK 1 BPK PENABUR Bandung, Bapak Agustono Sugiharto, M.Si., Ibu Ervin Novidia, S.Si., dan Ibu Dra. Nidia Tantie, selaku Guru-Guru Kimia SMAK 1 BPK PENABUR, serta peserta didik alumni SMAK 1 BPK PENABUR Bandung yang telah senantiasa membantu penulis dalam penelitian skripsinya.

8. Serta seluruh pihak-pihak yang sangat berpengaruh dan membantu penulis selama perkuliahan khususnya selama penyusunan skripsi yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga Tuhan senantiasa membalas kebaikan yang telah diberikan kepada penulis. Aamiin. Mohon maaf bila dalam penyusunan skripsi ini terdapat kesalahan, semoga penelitian ini dapat memberikan manfaat khususnya bagi penulis dan umumnya bagi pembaca.

Bandung, Agustus 2023

Penulis

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan aplikasi non-eksperimen maya (*virtual non-experiment*) yang disajikan untuk menyimulasikan materi senyawa benzena dan turunannya khususnya sub-materi struktur senyawa benzena. Aplikasi ini diberi nama simulator struktur senyawa benzena karena mampu menyediakan fasilitas seolah-olah peserta didik sedang merangkai struktur senyawa benzena dengan model yang merepresentasikan atom dan ikatan dalam sebuah struktur. Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah *Developmental Research* dengan menggunakan tahap pengembangan dari model ADDIE yang terdiri dari tahap analisis, desain, pengembangan, implementasi dan evaluasi. Pada proses pembuatan aplikasi ini, digunakan sebuah perangkat pemrograman berbasis HTML-5 dalam pengembangan yaitu *Construct 2* dengan tambahan aplikasi berupa *Canva* dan *Microsoft Powerpoint 2019*. Pengembangan ini dilakukan seiring dengan bimbingan yang dilakukan bersama dengan penilai yang ahli dalam bidang media dan konten kimia. Simulator ini kemudian diujicobakan secara terbatas kepada pendidik dan peserta didik di sekolah sebagai evaluator. Berdasarkan hasil pengembangan aplikasi ini, didapat bahwa karakteristik yang dimiliki oleh simulator ini adalah kemampuannya untuk menyimulasikan secara prosedural aktivitas peserta didik yang seolah-olah sedang merangkai struktur senyawa benzena dengan model yang merepresentasikan atom dan ikatan dalam sebuah struktur. Simulator ini memberikan peluang kepada peserta didik untuk membuat struktur sebarang mungkin yang kemudian jejak pekerjaannya tercatat oleh sistem serta memudahkan peserta didik dalam menamakan struktur yang dirangkainya melalui bantuan penomoran pada struktur yang secara otomatis dimunculkan oleh sistem. Hal ini didukung melalui kelayakan simulator dari segi konten dan fasilitas-fasilitas media yang mendukung simulator ini. Sehingga pendidik dan peserta didik memberikan tanggapan yang baik dan sangat baik terhadap aplikasi ini.

Kata Kunci: ADDIE, *developmental research*, struktur senyawa benzena, simulator, *smartphone*

ABSTRACT

This research aims to develop a virtual non-experiment application designed to simulate the content of benzene compounds and their derivatives, particularly focusing on the sub-topic of benzene compound structures. The application is named 'Benzene Compound Structure Simulator' as it offers the capability to guide learners through assembling benzene compound structures using a model that represents atoms and bonds within a structure. The research follows the Developmental Research methodology, employing the development stages of the ADDIE model, which include analysis, design, development, implementation, and evaluation. The application development utilizes HTML-5 based programming tools, specifically Construct 2, along with supplementary applications such as Canva and Microsoft PowerPoint 2019. The development process is guided by expert assessors in the fields of media and chemical content, ensuring alignment with educational objectives. The simulator undergoes limited testing with educators and students in a school environment to gauge its effectiveness. The simulator exhibits the ability to procedurally simulate learners' activities, enabling them to virtually construct benzene compound structures using a model that visually represents atoms and bonds. Learners are given the opportunity to create structures organically, with their progress recorded by the system. The simulator also facilitates the naming of these structures through an automatic numbering system, enhancing the overall experience. The simulator's content validity and its supporting media features contribute to its feasibility. As a result, both educators and learners provide positive and highly positive feedback for this application.

Keywords: ADDIE, developmental research, structure of benzene compounds, simulator, smartphone

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| LEMBAR PENGESAHAN | ii |
| LEMBAR PERNYATAAN | iii |
| KATA PENGANTAR | iv |
| UCAPAN TERIMAKASIH..... | v |
| ABSTRAK | vii |
| DAFTAR ISI..... | ix |
| DAFTAR TABEL..... | xiii |
| DAFTAR GAMBAR | xiv |
| DAFTAR LAMPIRAN..... | xvi |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1. Latar Belakang Masalah..... | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 3 |
| 1.3. Batasan Masalah..... | 4 |
| 1.4. Tujuan Penelitian..... | 4 |
| 1.5. Manfaat Penelitian..... | 4 |
| 1.6. Struktur Organisasi Skripsi | 5 |
| 1.7. Penjelasan Istilah..... | 6 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 7 |
| 2.1. Media Pembelajaran | 7 |
| 2.1.1. Ciri-Ciri Media Pembelajaran | 7 |
| 2.1.2. Komponen Media Pembelajaran | 8 |
| 2.1.3. Manfaat Media Pembelajaran dalam Kegiatan Pembelajaran | 9 |
| 2.2. <i>Smartphone</i> | 10 |
| 2.3. Simulasi..... | 11 |

| | | |
|------------------------------------|---|----|
| 2.4. | <i>Software</i> Pendukung Pengembangan | 12 |
| 2.4.1. | <i>Construct 2</i> | 12 |
| 2.4.2. | <i>Canva dan Microsoft Powerpoint 2019</i> | 12 |
| 2.5. | Model Pengembangan ADDIE..... | 13 |
| 2.5.1. | Tahap Analisis (<i>Analyze</i>) | 13 |
| 2.5.2. | Tahap Desain (<i>Design</i>)..... | 14 |
| 2.5.3. | Tahap Pengembangan (<i>Development</i>)..... | 14 |
| 2.5.4. | Tahap Implementasi (<i>Implementation</i>) | 14 |
| 2.5.5. | Tahap Evaluasi (<i>Evaluation</i>)..... | 14 |
| 2.6. | Struktur Senyawa Benzena..... | 15 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN..... | | 17 |
| 3.1. | Objek Penelitian | 17 |
| 3.2. | Metode Penelitian..... | 17 |
| 3.3. | Alur Penelitian..... | 18 |
| 3.3.1. | Tahap Awal Penelitian | 18 |
| 3.3.2. | Tahap Pelaksanaan Penelitian | 18 |
| 3.3.3. | Tahap Akhir Penelitian | 21 |
| 3.4. | Instrumen Penelitian..... | 22 |
| 3.5. | Pengumpulan Data | 27 |
| 3.5.1. | Pengumpulan Data Lembar Identifikasi Media Visual Pendukung | 27 |
| 3.5.2. | Pengumpulan Data Lembar Penilaian Kelayakan Simulator Berbasis <i>Smartphone</i> | 27 |
| 3.5.3. | Pengumpulan Data Angket Pendidik dan Peserta Didik pada Simulator Berbasis <i>Smartphone</i> | 28 |
| 3.6. | Teknik Pengolahan Data | 30 |
| 3.6.1. | Identifikasi Media Visual Pendukung..... | 30 |

| | | |
|---|---|----|
| 3.6.2. | Penilaian Kelayakan Simulator dari Segi Konten dan Media yang Mendukung | 31 |
| 3.6.3. | Angket Pendidik dan Peserta Didik | 31 |
| BAB IV HASIL TEMUAN DAN PEMBAHASAN | | 33 |
| 4.1. | Karakteristik Simulator Struktur Senyawa Benzena Berbasis <i>Smartphone</i> | 33 |
| 4.1.1. | Tahap Analisis (<i>Analyze</i>) | 33 |
| 4.1.2. | Tahap Desain (<i>Design</i>)..... | 51 |
| 4.1.3. | Tahap Pengembangan (<i>Development</i>)..... | 58 |
| 4.2. | Kelayakan Konten Materi yang ada di Simulator Struktur Senyawa Benzena berbasis <i>Smartphone</i> | 75 |
| 4.2.1. | Aspek Kompetensi | 75 |
| 4.2.2. | Aspek Tata Bahasa..... | 76 |
| 4.2.3. | Aspek Konten Simulasi..... | 76 |
| 4.2.4. | Aspek Navigasi | 77 |
| 4.3. | Kelayakan Fasilitas-Fasilitas Media yang ada di Simulator Struktur Senyawa Benzena Berbasis <i>Smartphone</i> | 77 |
| 4.4. | Tanggapan Pendidik dan Peserta Didik terhadap Simulator Struktur Senyawa Benzena Berbasis <i>Smartphone</i> | 79 |
| 4.4.1. | Tanggapan Pendidik terhadap Simulator Struktur Senyawa Benzena Berbasis <i>Smartphone</i> | 79 |
| 4.4.2. | Tanggapan Peserta Didik terhadap Simulator Struktur Senyawa Benzena Berbasis <i>Smartphone</i> | 81 |
| BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI DAN REKOMENDASI | | 83 |
| 5.1. | Simpulan..... | 83 |
| 5.2. | Implikasi..... | 84 |
| 5.3. | Rekomendasi | 84 |

| | |
|-----------------------------|-----|
| DAFTAR PUSTAKA | 86 |
| LAMPIRAN..... | 89 |
| RIWAYAT HIDUP PENULIS | 279 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 3.1. Instrumen Penilaian yang Disesuaikan dengan Rumusan Masalah | 23 |
| Tabel 3.2. Lembar Analisis Media Pendukung | 24 |
| Tabel 3.3. Format Lembar Penilaian Kelayakan Simulator dari Segi Konten..... | 24 |
| Tabel 3.4. Format Lembar Penilaian Kelayakan Simulator dari Segi Fasilitas-Fasilitas Media | 25 |
| Tabel 3.5. Format Angket Pendidik terhadap Simulator..... | 26 |
| Tabel 3.6. Format Angket Peserta Didik terhadap Simulator | 26 |
| Tabel 3.7. Ringkasan Pengumpulan Data Pengembangan Simulator | 28 |
| Tabel 3.8. Kriteria Kelayakan Simulator oleh Penilai | 31 |
| Tabel 3.9. Kriteria Tanggapan Simulator oleh pendidik dan peserta didik | 32 |
| Tabel 4.1. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar untuk Materi Struktur Senyawa Benzena..... | 34 |
| Tabel 4.2. Kompetensi Dasar dan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) untuk Materi Struktur Senyawa Benzena..... | 35 |
| Tabel 4.3. Sumber Buku Teks yang Digunakan dalam Analisis Wacana..... | 36 |
| Tabel 4.4. Penggalan dari Sebagian Hasil Penyusunan Teks Asli..... | 37 |
| Tabel 4.5. Penggalan dari Sebagian Hasil Penghalusan Teks Asli menjadi Teks Dasar. | 40 |
| Tabel 4.6. Contoh Penurunan Struktur Makro | 43 |
| Tabel 4.7. Penggalan dari Hasil Analisis Media Pendukung | 47 |
| Tabel 4.8. Contoh <i>Storyboard</i> | 56 |
| Tabel 4.9. Kemungkinan Struktur yang memiliki Rumus Molekul C_6H_6 | 67 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1. Alur Metode Simulasi (Surjono, 2017)..... | 12 |
| Gambar 2.2. Struktur Senyawa Benzena yang Diusulkan oleh August Kekulé pada Tahun 1865 (Solomon, 2011) | 15 |
| Gambar 2.3 . Strukur Benzena Akibat Delokalisasi Elektron yang tidak pasti (Chang, 2010)..... | 16 |
| Gambar 3.1. Alur Peneleitian dalam Pengembangan Simulator..... | 22 |
| Gambar 4.1. Contoh dari Pemetaan Struktur Makro..... | 46 |
| Gambar 4.2. Peta Pemograman..... | 54 |
| Gambar 4.3 <i>Flowchart</i> | 55 |
| Gambar 4.4. Halaman <i>Splash Screen</i> | 59 |
| Gambar 4.5. Halaman Menu Utama | 59 |
| Gambar 4.6. Halaman Menu Utama – <i>Layer</i> Kompetensi..... | 60 |
| Gambar 4.7. <i>Layer</i> Hasil Simulasi (Jika belum pernah Memasuki Simulasi) | 61 |
| Gambar 4.8. <i>Layer</i> Hasil Simulasi (Jika sudah pernah Memasuki Simulasi)..... | 61 |
| Gambar 4.9. <i>Layer</i> Hasil Simulasi pada Pencapaian 1 | 62 |
| Gambar 4.10. <i>Layer</i> Hasil Simulasi pada Pencapaian 2 | 62 |
| Gambar 4.11. <i>Layer</i> Hasil Simulasi Penjelas bagi Nomor 2 bagi yang Tidak Dianggap sebagai Benzena | 62 |
| Gambar 4.12. <i>Layer</i> Hasil Simulasi Pencapaian 3..... | 63 |
| Gambar 4.13. <i>Layer</i> Kesimpulan | 63 |
| Gambar 4.14. Salah Satu Halaman di <i>Layer</i> Petunjuk Navigasi | 64 |
| Gambar 4.15. <i>Layer</i> Ubah Profil <i>user</i> | 64 |
| Gambar 4.16. <i>Layer</i> Referensi | 65 |
| Gambar 4.17. <i>Layer</i> Profil Pengembang..... | 65 |
| Gambar 4.18. <i>Layer</i> Konfirmasi Keluar | 66 |
| Gambar 4.19. Desain Tracker dalam Simulator..... | 70 |
| Gambar 4.20. <i>Frame</i> dari Tahap Pertama Simulasi..... | 71 |
| Gambar 4.21. <i>Frame</i> Tahap Dua Simulasi..... | 72 |
| Gambar 4.22. <i>Frame</i> saat <i>user</i> diminta untuk menginput Nama IUPAC dari Struktur Hasil Temuannya dalam Tahap Dua Simulasi | 72 |

| | |
|--|----|
| Gambar 4.23. <i>Frame</i> saat <i>User</i> dihadapkan Pertanyaan tentang Struktur Temuannya Benzena atau Bukan..... | 73 |
| Gambar 4.24. <i>Frame</i> saat <i>user</i> diminta Menjelaskan Mengapa Struktur Temuannya bukanlah Benzena | 74 |
| Gambar 4.25. <i>Frame</i> Tahap Ketiga dari Simulasi | 74 |
| Gambar 4.26. <i>Frame</i> saat <i>User</i> dihadapkan Pertanyaan tentang Tahap Simulasi Ketiga yang telah Dilakukan..... | 75 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|-----|
| Lampiran 1. Penyusunan Teks Asli dari Teks Sumber | 89 |
| Lampiran 2. Penghalusan Teks Asli Menjadi Teks Dasar | 94 |
| Lampiran 3. Penurunan Proposisi Mikro-Makro | 97 |
| Lampiran 4. Pemetaan Struktur Makro | 101 |
| Lampiran 5. Sinopsis Simulasi..... | 102 |
| Lampiran 6. Analisis Media Pendukung..... | 104 |
| Lampiran 7. Algoritma Deskriptif..... | 114 |
| Lampiran 8. Peta Pemrograman Simulator | 117 |
| Lampiran 9. <i>Flowchart</i> Simulator..... | 118 |
| Lampiran 10. <i>Storyboard</i> Simulator | 119 |
| Lampiran 11. Catatan Pengembangan Aplikasi | 149 |
| Lampiran 12. Hasil Penilaian Kelayakan oleh Penilai yang Ahli dalam Bidang Kimia dan Media Pembelajaran dari Segi Konten..... | 241 |
| Lampiran 13. Hasil Penilaian Kelayakan oleh Penilai yang Ahli dalam Bidang Kimia dan Media Pembelajaran dari Segi Fasilitas-Fasilitas Media | 245 |
| Lampiran 14. Lembar Tanggapan Pendidik..... | 270 |
| Lampiran 15. Lembar Tanggapan Peserta Didik | 275 |
| Lampiran 16. Surat Izin Penelitian..... | 278 |

DAFTAR PUSTAKA

- Aldoobie, N. (2015). ADDIE Model. *American International Journal of Contemporary Research*, 5(6), 68.
- Alti, R. M., dkk. (2022). *Media Pembelajaran*. Padang: Global Eksekutif Teknologi.
- Budiman, E. (2015). *Belajar Dasar Algoritma & Pemrograman*. Samarinda: Pemula.
- Chang, R. (2010). *Chemistry 10th Edition*. New York: McGraw-Hill.
- Damayanti, dkk. (2018). Kelayakan Media Pembelajaran Fisika Berupa Buku Saku Berbasis Android pada Materi Fluida Statis. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 1(1), 63-70.
- Ismanto, E., Novalia, M., & Herlandy, P. B. (2017). Pemanfaatan Smartphone Android Sebagai Media Pembelajaran Bagi Pendidik SMA Negeri 2 Kota Pekanbaru. *Jurnal Pengabdian UntukMu NegeRI*, 1(1), 42–47.
- Kristanto, A. (2016). *Media Pembelajaran*. Surabaya: Bintang Surabaya.
- LemauDev (2021). Cara Build Apk Construct 2 Cordova CLI Terbaru (PENGANTI PHONEGAP TUTUP) [Online]. Tersedia di: <https://youtu.be/7Qq-PPoL4qc> [30 Juli 2023]
- McMurry, J. (2011). *Organic Chemistry 7th Edition*. California: Brooks/Cole.
- Munir (2012). *MULTIMEDIA Konsep & Aplikasi dalam Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Newby, Timothy, J., Stepich, A.D., Lehman, J.D. & Russel, J.D. (2000). *Instructional Technology for Teaching and Learning 2nd Edition*. New Jersey: Upper Saddle River.
- Ninghardjanti, P., Dirgatama, C.H.A., dan Wirawan, A.W. (2020). *Buku Berbasis Riset: Pembelajaran Multimedia Berbasis Mobile Learning*. Purwokerto Selatan: Pena Persada.
- Permatasari, S., Asikin, M., & Dewi, N. R. (2022). MaTriG: Game Edukasi Matematika dengan Construct 3. *Indonesian Journal of Computer Science*, 1(1), 233–245.

- Permendikbud (2018). Permendikbud nomor 37 Tahun 2018 [Online]. Tersedia di: <https://jdih.kemdikbud.go.id/sjdih/siperpu/dokumen/salinan/Permendikbud%20Nomor%2037%20Tahun%202018.pdf> [18 Agustus 2023]
- Precision Agriculture Technology Company (2018). KingDraw: Chemistry Station [Mobile App]. Google Play Store: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.kingagroot.kingdraw&hl=en&gl=US> [30 Juli 2023]
- Purba, M. & Sarwiyati, E. (2016). *Kimia 3 untuk SMA/MA Kelas XII*. Jakarta: Erlangga.
- Repository UPI (2023). Skripsi Pendidikan Kimia Universitas Pendidikan Indonesia [Online]. Tersedia di: <http://repository.upi.edu/view/divisions/KIM/> [30 Juli 2023]
- Richey, R. C., & Klein, J. D. (2014). Design and development research. In *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (pp. 141–150). Springer New York. http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4614-3185-5_12
- Richey, R.C. dan Klein, J.D. (2005). Developmental Research Methods: Creating Knowledge from Instructional Design and Development Practice. *Journal of Computing in Higher Education*, 16(2), 23-38.
- Riduwan & Akdon (2015). *Metodologi Penelitian Kuantitatif*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Sheikh, A.A., dkk. (2013). Smartphone: Android Vs iOS. *The SIJ Transactions on Computer Science Engineering & its Applications (CSEA)*, 1(4), 141.
- Smaldino, Sharon, E., Russel, J.D., Heinich, R. & Molenda, M. (2008). *Instructional Technology and Media for Learning*. Ohio: Pearson Merrill Prentice Hall.
- Solomons, T. W. G. & Fryhle C. B. (2011). *Organic chemistry 10th Edition*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Sugiyono (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Sumiharsono, R. & Hasanah, H. (2017). *Media Pembelajaran: Buku Bacaan Wajib Dosen, Guru dan Calon Pendidik*. Jawa Tengah: Pustaka Abadi.

Surjono, H.D. (2017). *Multimedia Pembelajaran Interaktif*. Yogyakarta: UNY Press.

Universitas Pendidikan Indonesia (2021). Pedoman Penulisan Karya Ilmiah UPI Tahun 2019 [Online]. Tersedia: [https://dit-
pendidikan.upi.edu/?wpdmpo=pedoman-penulisan-karya-ilmiah-
upi-tahun-2019](https://dit-
pendidikan.upi.edu/?wpdmpo=pedoman-penulisan-karya-ilmiah-
upi-tahun-2019) [30 Juli 2023]