

## VALIDITAS E-MODUL *PhET INTERACTIVE SIMULATION* DALAM MENINGKATKAN PEMAHAMAN KONSEP FISIKA TERINTEGRASI BIOLOGI BAGI MAHASISWA PENDIDIKAN BIOLOGI

### VALIDITY OF *PhET INTERACTIVE SIMULATION E-MODULE* IN IMPROVING UNDERSTANDING OF PHYSICS CONCEPTS INTEGRATED IN BIOLOGY FOR BIOLOGY EDUCATION STUDENTS

Haryanti Putri Rizal<sup>1)</sup>, Marlina Ummas Genisa<sup>2\*)</sup>, Hasri<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sulawesi Barat, Sulawesi Barat, Indonesia, email: [haryantiputririzal@unsulbar.ac.id](mailto:haryantiputririzal@unsulbar.ac.id)

<sup>2\*)</sup> Magister Pendidikan Biologi, Program Pascasarjana, Universitas Muhammadiyah Palembang, Sumatera Selatan, Indonesia, email: [linagenisa@yahoo.com](mailto:linagenisa@yahoo.com) (penulis korespondensi)

<sup>3)</sup> Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia, email: [hasriu@unm.ac.id](mailto:hasriu@unm.ac.id)

Diterima: November 2023; Disetujui: Desember 2023; Diterbitkan: Maret 2024

---

#### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui validitas e-modul dengan *PhET Interactive Simulation* bagi mahasiswa Pendidikan Biologi dalam meningkatkan pemahaman konsep fisika terintegrasi biologi yakni gelombang dan bunyi pada makhluk hidup. Jenis penelitian ini adalah *Research and Development (R&D)* dengan model ADDIE, yakni *analysis* (analisis), *design* (perancangan), *development* (pengembangan), *implementation* (implementasi) dan *evaluation* (evaluasi). Pada penelitian ini hanya dilakukan sampai pada tahap pengembangan produk yang divalidasi oleh tiga ahli pendidikan dan pengajaran. Berdasarkan hasil validasi diperoleh persentase rata-rata sebesar 83% kategori sangat valid dengan validitas isi sebesar 85% dan validitas konstruk sebesar 81% masing-masing berada dalam kategori sangat valid, sehingga e-modul yang dikembangkan dinyatakan sangat valid dan layak untuk dilanjutkan ke tahap implementasi dan evaluasi. Rekomendasi praktis dari penelitian ini dapat digunakan dalam meningkatkan pemahaman konsep fisika terintegrasi biologi bagi mahasiswa Pendidikan Biologi dengan memanfaatkan teknologi simulasi virtual secara efektif.

**Kata kunci:** e-modul, PhET, *interactive simulation*, validitas, mahasiswa pendidikan biologi

#### Abstract

The study aimed to determine the validity of e-module with *PhET Interactive Simulation* for biology education students in improving understanding of physics concepts integrated in biology, namely waves and sounds in living beings. The type of research was *Research and Development (R&D)* with ADDIE model, namely *analysis*, *design*, *development*, *implementation*, and *evaluation*. This research was only carried out up to the product development stage which was validated by three education and teaching experts. Based on the results of validation, an average percentage of 83% of the category is very valid with content validity of 85% and construct validity of 81% respectively in the highly valid category, so the developed e-module was declared very valid and worthy of being continued to the implementation and evaluation stages. The practical recommendation of this study can be used to improve the understanding of physics concepts integrated in biology for biology education students by effectively utilizing virtual simulation technology.

**Keywords:** e-module PhET, *interactive simulation*, validity, biology education students

---

Didaktika Biologi: Jurnal Penelitian Pendidikan Biologi  
p-ISSN 2549-5267  
e-ISSN 2579-7352

#### Pendahuluan

Pengembangan kurikulum, kebijakan pendidikan dan penelitian terbaru menekankan bahwa kompetensi digital

sebagai sebuah komponen penting (Erstad, 2021; Krumsvik et al., 2016). Hal ini sejalan dengan tantangan dan transformasi kurikulum pendidikan pada Abad ke-21

(Berge, 2017), termasuk di tingkat perguruan tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan teknologi berimplikasi positif pada keterlibatan aktif mahasiswa, bersifat konstruktif dan meningkatkan hasil belajar mahasiswa (Henderson et al., 2017; Lacka & Wong, 2021; Wekerle et al., 2022). Dengan demikian, pemanfaatan teknologi dapat menjadi solusi bagi dosen untuk menunjang pelaksanaan pengajaran di kelas utamanya pada materi yang dianggap cukup sulit bagi mahasiswa.

Pada pembelajaran sains di perguruan tinggi, mahasiswa dihadapkan pada konsep yang saling berkaitan satu sama lain, seperti mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi tidak hanya harus mempelajari konsep biologi tetapi juga dasar-dasar fisika yang berkaitan dengan fenomena biologi agar memiliki pemahaman lebih komprehensif. Konsep fisika seringkali dipandang sebagai ilmu yang abstrak dan tidak berkaitan dengan kehidupan sehari-hari (Ramma et al., 2018), sementara biologi sangat berkaitan erat dengan makhluk hidup dan proses kehidupan (Shen et al., 2018). Walaupun sangat berkaitan dengan kehidupan, mahasiswa masih mengalami kesulitan dalam memahami konsep biologi (Hung & Fung, 2017) dan kesulitan memahami relevansinya dengan konsep sains lainnya (Opitz et al., 2019). Salah satu materi yang dianggap sulit oleh mahasiswa berdasarkan hasil angket dan wawancara adalah materi gelombang dan bunyi pada makhluk hidup. Mahasiswa kesulitan menemukan sumber belajar yang relevan membahas konsep tersebut. Hal ini menyebabkan mahasiswa sulit memahami konsep fisika dalam biologi, materinya cenderung menjadi konsep terpisah terutama ketika dikaitkan dengan konteks makhluk hidup. Dosen dapat mengintegrasikan penggunaan teknologi untuk mengatasi permasalahan tersebut untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa (Dyrberg et al., 2017; Henderson et al., 2017).

Pengembangan e-modul menggunakan perangkat lunak interaktif *PhET Interactive Simulation* yang memvisualisasikan fenomena seperti gelombang dan bunyi pada makhluk hidup sangat berpotensi dalam meningkatkan pemahaman mahasiswa. Perangkat lunak ini memungkinkan mahasiswa melakukan eksperimen virtual

dan melihat konsep secara langsung (Perkins, 2020). Namun, pada perkuliahan mahasiswa pendidikan biologi di Universitas Sulawesi Barat, penggunaan *PhET Interactive Simulation* untuk pengembangan e-modul perkuliahan masih terbatas. Studi menunjukkan bahwa pembelajaran dengan memanfaatkan teknologi dalam pembelajaran biologi meningkatkan efektivitas pembelajaran (Ouchaouka et al., 2021). Lebih lanjut, menggunakan e-modul dengan bantuan *PhET Interactive Simulation* dapat membantu mahasiswa memahami konsep yang sulit (Correia et al., 2019; Endrayani et al., 2022; Habibi et al., 2020; Samitra et al., 2023). Akan tetapi, belum ada penelitian yang secara khusus mengembangkan e-modul dengan *PhET Interactive Simulation* untuk perkuliahan fisika dasar untuk mahasiswa pendidikan biologi, terutama ketika diterapkan pada materi gelombang dan bunyi pada makhluk hidup.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui validitas e-modul *PhET Interactive Simulation* dalam meningkatkan pemahaman konsep fisika terintegrasi biologi bagi mahasiswa pendidikan biologi, khususnya yang berkaitan dengan materi gelombang dan bunyi pada makhluk hidup. Diharapkan bahwa penelitian ini dapat menjadi solusi bagi mahasiswa yang mengalami kesulitan dalam memahami konsep fisika yang terintegrasi dengan biologi.

### Metode Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah *Research and Development (R&D)* yang mengacu pada model ADDIE, yaitu *analysis* (analisis), *design* (perancangan), *development* (pengembangan), *implementation* (implementasi), dan *evaluation* (evaluasi). Namun penelitian ini dibatasi hanya sampai pada tahap pengembangan.

Pada tahap analisis dilakukan analisis kebutuhan dan analisis kurikulum, kemudian dilanjutkan ke tahap perancangan, yaitu merancang kerangka konsep dan konten dari e-modul yang akan dikembangkan termasuk pemilihan aplikasi yang akan digunakan, serta merancang instrumen penilaian berupa angket uji validitas e-modul. Tahap

pengembangan merupakan kelanjutan tahap sebelumnya, yaitu pembuatan produk dengan menggunakan *canva* dan *PhET Interactive Simulation*. Setelah itu, dilakukan uji validitas oleh 3 orang ahli sebagai validator. Validitas suatu media dapat dilihat dari validitas isi dan validitas konstruk (Nieveen & Folmer, 2013). Validitas isi mencakup kesesuaian materi, keakuratan materi, pendukung materi e-modul, dan kemutakhiran materi. Sedangkan validitas konstruk mencakup aspek penyajian, aspek tampilan dan bahasa.

Penilaian dalam uji validitas e-modul oleh validator berdasarkan perhitungan skala Likert pada Tabel 1. Nilai uji validitas yang diperoleh selanjutnya dikonversikan ke dalam bentuk persentase yang kemudian diinterpretasikan berdasarkan kategori pada Tabel 2.

**Tabel 1.** Penilaian dalam Uji Validitas e-Modul

Kategori	Skala Penilaian
Tidak baik	1
Kurang baik	2
Cukup baik	3
Baik	4
Sangat baik	5

(Sumber: Riduwan, 2015)

**Tabel 2.** Interpretasi Nilai Uji Validitas e-Modul

Kategori	Persentase Penilaian (%)
Tidak valid	0-20
Kurang valid	21-40
Cukup valid	41-60
valid	61-80
Sangat valid	81-100

(Sumber: Riduwan, 2015)

## Hasil dan Pembahasan

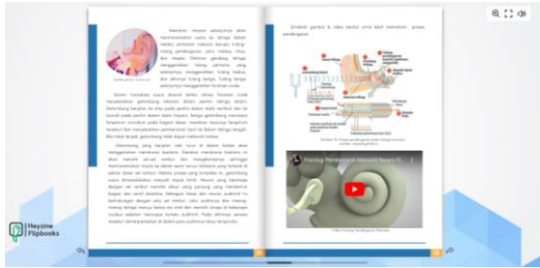
Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini berupa e-modul dengan *PhET Interactive Simulation* yang valid untuk digunakan. Produk ini dirancang berdasarkan hasil analisis kebutuhan mahasiswa pendidikan biologi yang kesulitan memahami materi biologi yang berkaitan dengan konsep fisika, serta kesulitan dalam mengakses bahan ajar yang relevan saat belajar mandiri. Mahasiswa mengharapkan adanya sumber belajar yang lebih fleksibel dan mudah diakses kapan saja dan dimana saja. Penelitian dilakukan mengacu pada model pengembangan ADDIE (*analysis, design, development, implementation, evaluation*),

namun pada penelitian ini hanya dilakukan sampai pada tahap pengembangan.

Tahap *analysis* merupakan tahap awal mengidentifikasi permasalahan mahasiswa pendidikan biologi dalam memahami konsep fisika yang berkaitan dengan biologi pada perkuliahan fisika dasar. Analisis kebutuhan dilakukan dengan menggunakan angket dan wawancara, sehingga diperoleh informasi yang menjadi dasar pengembangan modul ini. Kebutuhan adanya *PhET Interactive Simulation* didasarkan respon mahasiswa bahwa materi gelombang dan bunyi yang berkaitan dengan sistem pendengaran cukup abstrak untuk dipahami, terutama ketika dikaitkan dengan konsep fisika, sehingga diperlukan simulasi yang dapat memudahkan mahasiswa untuk memahami materinya agar tidak menjadi konsep terpisah. Namun terbatasnya sumber belajar yang mengintegrasikan antara penjelasan konsep dan simulasi, membuat mahasiswa kesulitan dalam belajar, maka perlu dilakukan pengembangan e-modul dengan *PhET Interactive Simulation*.

Tahap *design* dilakukan perancangan kerangka e-modul mencakup merancang sampul (*cover*) e-modul, identitas e-modul, daftar isi, uraian materi, latihan soal, dan kesimpulan. Pada tahap ini juga ditentukan aplikasi yang akan digunakan dalam pembuatan e-modul dan simulasi virtual yang akan ditambahkan pada e-modul. Setelah seluruh komponen yang dibutuhkan terkumpul, dilanjutkan pada tahap pengembangan e-modul.

Tahap *development* merupakan tahap dimana e-modul dengan *PhET Interactive Simulation* dibuat dan siap untuk diuji validitasnya. Pembuatan e-modul disesuaikan dengan komponen-komponen e-modul yang telah didesain pada tahap sebelumnya dengan menggunakan alat bantu desain *online*, yaitu *canva*. Simulasi virtual ditautkan pada bagian uraian materi dengan menyalin *link* simulasi virtual dari *website PhET Interactive Simulation*, dilengkapi dengan contoh dan latihan soal beserta video penjelasan, kemudian ditautkan pada *heyzine flipbook* agar tampilannya lebih menarik dan mudah diakses, tampilan e-modul ditunjukkan pada Gambar 1.



**Gambar 1.** E-modul dengan tampilan *flipbook*

e-modul dengan tampilan *flipbook* seperti Gambar 1 memudahkan mahasiswa untuk membaca dan mengakses kembali e-modul secara gratis baik menggunakan laptop maupun *handphone* dan tidak mempengaruhi tampilan simulasi virtual dalam e-modul. Adapun tampilan akhir e-modul yang dikembangkan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Cover e-modul

e-modul yang telah dikembangkan dinilai oleh 3 orang ahli sebagai validator. Kelayakan suatu media dapat dilihat dari aspek relevansi yang berkaitan dengan validitas isi dan konsistensi media berkaitan dengan validitas konstruk (Plomp & Nieveen, 2010). Tujuan validitas isi untuk mengetahui relevansi media yang dikembangkan dengan materi pembelajaran, sedangkan validitas konstruk untuk mengetahui kelayakan tampilan, penyajian dan bahasa e-modul (Dzikro & Dwiningsih, 2021). Hasil penilaian ahli berdasarkan validitas isi dan konstruk ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil Validitas Isi dan Konstruk

Aspek Penilaian	Persentase	Kategori
Isi	85%	Sangat valid
Konstruk	81%	Sangat valid
Rata-rata	83%	Sangat valid

Persentase rata-rata yang diperoleh pada penilaian isi dan konstruk sebesar 83% dengan kategori sangat valid (Tabel 3). Aspek penilaian isi dari e-modul dilihat dari kesesuaian materi, keakuratan materi, pendukung materi e-modul, dan kemutakhiran materi. Hasil dari uji masing-masing aspek pada validitas isi ditunjukkan pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil Validasi Isi

Aspek Penilaian	Persentase	Kategori
Kesesuaian materi	85%	Sangat valid
Keakuratan materi	85%	Sangat valid
Pendukung materi	85%	Sangat valid
Kemutakhiran materi	84%	Sangat valid
Rata-rata	85%	Sangat valid

Pada aspek kesesuaian, keakuratan dan pendukung materi gelombang dan bunyi pada makhluk hidup dalam e-modul diperoleh persentase sama, yaitu 85% dan pada aspek kemutakhiran materi diperoleh sebesar 84%. Semua aspek penilaian tersebut adalah dengan kategori sangat valid. Hal ini sejalan dengan penelitian Asri & Dwiningsih (2022) yang menguji validitas e-modul interaktif menunjukkan bahwa e-modul yang dilengkapi dengan video, gambar termasuk simulasi layak digunakan untuk melatih kemampuan visual dan spasial. Fitur-fitur seperti adanya video, audio ilustrasi dan simulasi yang terdapat pada e-modul dapat memberikan pengalaman belajar yang kompleks bagi mahasiswa melalui pemanfaatan teknologi. (Thang et al., 2017).

Penilaian konstruk mengacu pada aspek tampilan e-modul, aspek kelayakan penyajian, seperti teknik penyajian dan kelengkapan penyajian serta aspek penilaian bahasa (Ilyasa & Dwiningsih, 2020). Hasil uji validitas konstruk ditunjukkan pada Tabel 5. Aspek tampilan pada e-modul diperoleh persentase sebesar 80%, begitupula pada aspek kelengkapan penyajian. Sedangkan teknik penyajian dan bahasa diperoleh persentase masing-masing sebesar 81% dengan rerata pada setiap aspek penilaian sebesar 81% termasuk dalam kategori sangat valid.

**Tabel 5.** Hasil Validasi Konstruk

Aspek Penilaian	Persentase	Kategori
Tampilan	80%	Valid
Teknik penyajian	81%	Sangat valid
Kelengkapan penyajian	80%	Valid
Bahasa	81%	Sangat valid
Rata-rata	81%	Sangat valid

### Simpulan

e-modul dengan *PhET Interactive Simulation* bagi mahasiswa Pendidikan Biologi dinyatakan valid berdasarkan uji validasi oleh tiga validator dengan skor rata-rata sebesar 83% yang berada pada kategori sangat valid dengan validitas isi sebesar 85% dan validitas konstruk sebesar 81% masing-masing dengan kategori sangat valid. Berdasarkan hasil penelitian e-modul *PhET Interactive Simulation* layak untuk diimplementasikan dalam meningkatkan pemahaman konsep fisika terintegrasi biologi. Selain itu, dapat digunakan sebagai dasar pengembangan modul sejenis pada materi lainnya.

### Daftar Pustaka

- Asri, A. S. T., & Dwiningsih, K. (2022). Validitas e-Modul Interaktif sebagai Media Pembelajaran untuk Melatih Kecerdasan Visual Spasial pada Materi Ikatan Kovalen. *PENDIPA Journal of Science Education*, 6(2), 465–473. <https://doi.org/10.33369/pendipa.6.2.465-473>
- Berge, O. (2017). Rethinking Digital Literacy in Nordic School Curricula. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 12(1–2), 5–7. <https://doi.org/10.18261/ISSN.1891-943X-2017-01-02-01>
- Correia, A. P., Koehler, N., Thompson, A., & Phye, G. (2019). The Application of PhET Simulation to Teach Gas Behavior on The Submicroscopic Level: Secondary School Students' Perceptions. *Research in Science and Technological Education*, 37(2), 193–217. <https://doi.org/10.1080/02635143.2018.1487834>
- Dyrberg, N. R., Treusch, A. H., & Wiegand, C. (2017). Virtual Laboratories in Science Education: Students' Motivation and Experiences in Two Tertiary Biology Courses. *Journal of Biological Education*, 51(4), 358–374. <https://doi.org/10.1080/00219266.2016.1257498>
- Dzikro, A. Z. T., & Dwiningsih, K. (2021). Kelayakan Media Pembelajaran Berbasis Laboratorium Virtual pada Sub Materi Kimia Unsur Periode Ketiga. *Chemistry Education Practice*, 4(2), 160–170. <https://doi.org/10.29303/cep.v4i2.2389>
- Endrayani, I., Efendi, A., & Yamtinah, S. (2022). Identification of the Need for PhET Simulation-based Interactive Media for Learning in Vocational High Schools. *Journal of Education Research and Evaluation*, 6(4), 667–677. <https://doi.org/10.23887/jere.v6i4.53040>
- Erstad, O. (2021). Facing the Challenges of 'Digital Competence' a Nordic Agenda for Curriculum Development for The 21st Century. *Nordic Journal of Digital Literacy RESEARCH*, 16(2), 77–87.
- Habibi, H., Jumadi, J., & Mundilarto, M. (2020). PhET Simulation as Means to Trigger The Creative Thinking Skills of Physics Concepts. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(6), 166–172. <https://doi.org/10.3991/IJET.V15I06.11319>
- Henderson, M., Selwyn, N., & Aston, R. (2017). What Works and Why? Student Perceptions of 'Useful' digital Technology in University Teaching and Learning. *Studies in Higher Education*, 42(8), 1567–1579. <https://doi.org/10.1080/03075079.2015.1007946>
- Hung, V., & Fung, D. (2017). The Effectiveness of Hybrid Dynamic Visualisation in Learning Genetics in a Hong Kong Secondary School. *Research in Science and Technological Education*, 35(3), 308–329. <https://doi.org/10.1080/02635143.2017.1310095>
- Ilyasa, D. G., & Dwiningsih, K. (2020). The Validity of Interactive Multimedia on Ionic Bond Material. *JCER (Journal of*

- Chemistry Education Research*), 3(2), 51.  
<https://doi.org/10.26740/jcer.v3n2.p51-57>
- Krumsvik, R. J., Jones, L. Ø., Øfstegaard, M., & Eikeland, O. J. (2016). Upper Secondary School Teachers' Digital Competence: Analysed by Demographic, Personal and Professional Characteristics. *Nordic Journal of Digital Literacy*, 2016(3), 143–164.  
<https://doi.org/10.18261/issn.1891-943x-2016-03-02>
- Lacka, E., & Wong, T. C. (2021). Examining The Impact of Digital Technologies on Students' Higher Education Outcomes: The Case of The Virtual Learning Environment and Social Media. *Studies in Higher Education*, 46(8), 1621–1634.  
<https://doi.org/10.1080/03075079.2019.1698533>
- Nieveen, N., & Folmer, E. (2013). Educational Design Research. *Netherlands Institute for Curriculum Development: SLO*, 1–206.  
<http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/recordDetail?accno=EJ815766>
- Opitz, S. T., Neumann, K., Bernholt, S., & Harms, U. (2019). Students' Energy Understanding Across Biology, Chemistry, and Physics Contexts. *Research in Science Education*, 49(2), 521–541.  
<https://doi.org/10.1007/s11165-017-9632-4>
- Ouchauouka, L., Laouina, Z., Moussetad, M., Talbi, M., Elamrani, N., & ElKouali, M. (2021). Effectiveness of a Learner-Centered Pedagogical Approach with Flipped Pedagogy and Digital Learning Environment in Higher Education Feedback on a Cell Biology Course. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(12), 4–15.  
<https://doi.org/10.3991/ijet.v16i12.19125>
- Perkins, K. (2020). Transforming STEM Learning at Scale: PhET Interactive Simulations. *Childhood Education*, 96(4), 42–49.  
<https://doi.org/10.1080/00094056.2020.1796451>
- Plomp, T., & Nieveen, N. M. (2010). *An Introduction to Educational Design Research*. Enschede, The Netherlands: Netherlands Institute for Curriculum Development.
- Ramma, Y., Bhola, A., Watts, M., & Nadal, P. S. (2018). Teaching and Learning Physics Using Technology: Making a Case for The Affective Domain. *Education Inquiry*, 9(2), 210–236.  
<https://doi.org/10.1080/20004508.2017.1343606>
- Riduwan. (2015). *Dasar-dasar Statistika*. Bandung: Alfabeta
- Samitra, D., Firdaus, M. L., & Krisnawati, Y. (2023). Physics Education Technology Project (PhET): Interactive Simulation to Improve Students' Understanding of Concepts and Perceptions. *Jurnal Paedagogy*, 10(3), 646.  
<https://doi.org/10.33394/jp.v10i3.7879>
- Shen, K. M., Li, T. L., & Lee, M. H. (2018). Learning Biology as 'Increase ones' Knowledge and Understanding': Studying Taiwanese High School Students' Learning Strategies in Relation to Their Epistemic Views and Conceptions of Learning in Biology. *International Journal of Science Education*, 40(17), 2137–2157.  
<https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1522013>
- Thang, F. K., Hwee, J., & Koh, L. (2017). Deepening and transferring Twenty-First Century Learning through a Lower Secondary Integrated Science Module. *Learning: Research and Practice*, 3(2), 148–162.  
<https://doi.org/10.1080/23735082.2017.1335426>
- Wekerle, C., Daumiller, M., & Kollar, I. (2022). Using Digital Technology to Promote Higher Education Learning: The Importance of Different Learning Activities and Their Relations to Learning Outcomes. *Journal of Research on Technology in Education*, 54(1), 1–17.  
<https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1799455>