



Pengembangan Perangkat Pembelajaran dengan Model Discovery Learning Berbantuan Simulasi PhET untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Peserta Didik

Rostina^{1*}, Ni Nyoman Sri Putu Vewawati², Hikmawati³,

123 Program Studi Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan MIPA, FKIP, Universitas Mataram

Email Korespondensi: rosthina62@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran fisika dengan model Discovery Learning berbantuan simulasi PhET yang valid dan reliabel untuk meningkatkan hasil belajar fisika peserta didik. Produk yang dikembangkan meliputi ATP, modul ajar, bahan ajar, LKPD dan instrument evaluasi hasil belajar kognitif. Metode penelitian menggunakan model pengembangan 4D (Define, Design, Develop, dan Disseminate), namun dibatasi hingga tahap Develop. Subjek penelitian adalah peserta didik kelas XI Man 1 Mataram tahun ajaran 2024/2025. Validasi dilakukan oleh tiga validator ahli dan tiga validator praktisi. Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh perangkat tergolong sangat valid dengan skor validitas antara 87,5%-91,39%, serta sangat reliabel dengan skor reliabilitas antara 90,74%-91,66%. Dengan demikian, perangkat pembelajaran yang dikembangkan layak digunakan sebagai alternatif pembelajaran fisika yang dapat meningkatkan hasil belajar siswa.

Kata kunci: Discovery learning; Simulasi PhET; Perangkat Pembelajaran; Hasil belajar fisika.

Development of Learning Tools Using Discovery Learning Model Assisted by Phet Simulations to Improve Students' Physics Learning Outcomes

Abstract

This study aims to develop valid and reliable physics learning tools using the Discovery Learning model assisted by PhET simulation to improve students' learning outcomes. The developed products include ATP, teaching modules, teaching materials, LKPD (student worksheets), and cognitive learning evaluation instruments. This research used a 4D development model (Define, Design, Develop, Disseminate), but was limited to the Develop stage. The subjects were XI at Man 1 Mataram in the 2024/2025 academic year. Validation was carried out by three expert validators and three practitioner validators. The result showed that all products were categorized as very valid with validity scores between 87.5%-91.39%, and very reliable with reliability scores between 90.74%-91.66%. Therefore, the developed tools are feasible to be used as alternatives to improve physics learning outcomes.

Keywords: Discovery Learning; PhET Simulation; Learning Tools; Physics Learning Outcomes.

How to Cite: Rostina, R., Vewawati, N. N. S. P. ., & Hikmawati, H. (2025). Pengembangan Perangkat Pembelajaran dengan Model Discovery Learning Berbantuan Simulasi PhET untuk Meningkatkan Hasil Belajar Fisika Peserta Didik. *Empiricism Journal*, 6(4), 2271-2277. <https://doi.org/10.36312/6e30h546>



<https://doi.org/10.36312/6e30h546>

Copyright© 2025, Rostina et al.

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) License.



PENDAHULUAN

Fisika sebagai bagian dari mata pelajaran sains memiliki peran penting dalam membentuk cara berpikir ilmiah peserta didik. Melalui pelajaran fisika, peserta didik dilatih untuk berpikir logis, kritis, dan mampu memecahkan masalah berdasarkan konsep dan prinsip yang teruji. Namun, hasil belajar fisika di berbagai jenjang pendidikan masih tergolong rendah. Hal ini terlihat dari hasil studi internasional seperti TIMMS dan PISA, yang menunjukkan bahwa kemampuan literasi dan pemahaman konsep sains siswa Indonesia masih dibawah rata-rata internasional (TIMSS & PIRLS Internasional Study Center, 2020). Hasil ini diperkuat oleh laporan PISA 2018 yang menunjukkan rendahnya kemampuan literasi sains siswa Indonesia dalam memahami dan menerapkan konsep-konsep fisika pada konteks kehidupan sehari-hari (OECD, 2019). Kondisi ini menjadi tantangan tersendiri dalam penyelenggaraan pembelajaran fisika yang efektif dan bermakna.

Fakta dilapangan menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran fisika yang digunakan oleh guru masih cenderung bersifat tekstual, kurang variatif, dan tidak memfasilitasi keterlibatan aktif peserta didik dalam proses pembelajaran. Metode pembelajaran yang digunakan pun masih dominan berpusat pada guru (teacher-centered), dengan pola komunikasi satu arah. Sementara itu, peserta didik dituntut untuk memahami konsep-konsep abstrak seperti fluida dinamis, yang pada praktiknya sulit divisualisasikan tanpa bantuan media interaktif. Oleh karena itu, penting untuk mengembangkan perangkat pembelajaran yang mampu mengarahkan peserta didik untuk menentukan sendiri konsep-konsep melalui aktivitas belajar yang bermakna (Hosnan, 2014).

Salah satu pendekatan yang sesuai dengan karakteristik pembelajaran abad ke-21 adalah model *discovery learning*. Model ini menekankan keterlibatan aktif peserta didik dalam proses menemukan pengetahuan melalui observasi, eksperimen, dan penalaran (Trianto, 2010). Dengan model ini, peserta didik diharapkan tidak hanya menerima informasi, tetapi mampu membangun sendiri pemahamannya terhadap materi yang dipelajari. Dalam konteks pembelajaran fisika, pendekatan ini sejalan dengan esensi fisika sebagai ilmu yang diperoleh melalui pengamatan dan eksperimen.

Untuk mendukung efektivitas penerapan *discovery learning*, diperlukan bantuan media pembelajaran yang mampu menyajikan konsep-konsep abstrak secara visual dan interaktif. Salah satu media yang telah banyak digunakan dan terbukti efektif adalah simulasi PhET. Simulasi ini menyediakan representasi interaktif dari berbagai fenomena fisika, sehingga peserta didik dapat melakukan eksplorasi konsep-konsep seperti tekanan fluida, hukum bernoulli, dan kecepatan aliran secara mandiri (Moore et al, 2014). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan PhET dapat meningkatkan motivasi, keterlibatan, dan pemahaman konsep peserta didik (Sari & Rosana, 2020).

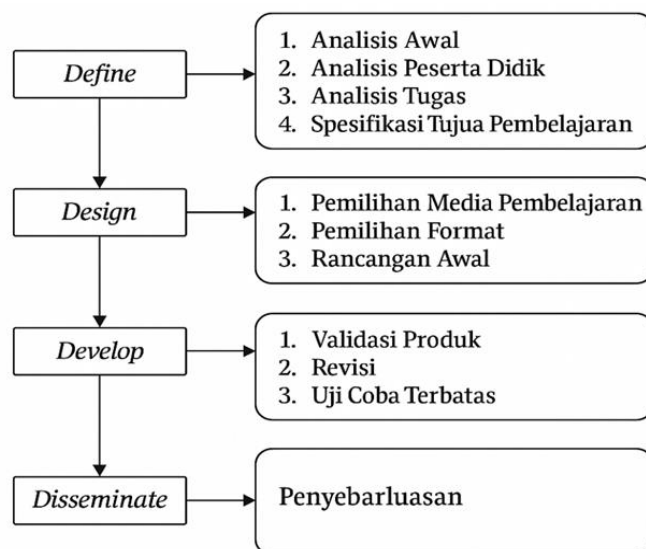
Penelitian internasional juga mengonfirmasi efektivitas penggunaan simulasi dalam pembelajaran. Misalnya, di Filandia, penggunaan media interaktif dalam pembelajaran sains terbukti meningkatkan retensi konsep dan hasil belajar peserta didik. Hal yang sama terjadi di Korea Selatan, yang mengintegrasikan pendekatan penemuan berbasis teknologi dalam kurikulum sains mereka (Widodo & Wahyudin, (2018). Fakta ini memperkuat argumen bahwa penggabungan antara *discovery learning* dan simulasi PhET dapat menjadi strategi yang efektif dalam meningkatkan kualitas pembelajaran fisika.

Namun demikian, masih sedikit penelitian yang mengembangkan perangkat pembelajaran yang secara khusus mengintegrasikan model *discovery learning* dengan bantuan simulasi PhET dalam satu kesatuan utuh. Kebanyakan studi hanya meneliti efektivitas model atau media secara terpisah, tanpa menyajikan rancangan perangkat lengkap seperti ATP, modul ajar, bahan ajar, dan instrumen evaluasi. Oleh karena itu, pengembangan perangkat pembelajaran yang valid, logis, dan dapat diterapkan dalam pembelajaran fisika di kelas.

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan perangkat pembelajaran fisika dengan model *discovery learning* berbantuan simulasi PhET pada materi fluida dinamis guna meningkatkan hasil belajar peserta didik. Fokus dari penelitian ini adalah pada tahap pengembangan perangkat, yakni mencakup penyusunan dan validasi perangkat yang terdiri dari ATP, modul ajar, bahan ajar, dan instrumen evaluasi hasil belajar kognitif. Validasi dilakukan untuk memastikan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan memenuhi kriteria kevalidan isi, konstruk, dan keterpaikan dalam pembelajaran di kelas.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian dan pengembangan (Research and Development). Research and Development merupakan suatu proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan yang telah ada yang dapat dipertanggung jawabkan (Herayanti et al, 2018). Penelitian serta pengembangan metode terstruktur yang terapkan untuk membuat merancang, menciptakan program pembelajaran dan produk yang mampu memenuhi standar internal. Adapun model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu model 4D (Define, Design, Develop, and Disseminate) (Sugioyono, 2019). Namun dalam penelitian ini hanya pada tahap Develop (pengembangan). Berikut tahapan-tahapan dalam proses penelitian yang digambarkan secara umum pada gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Model Pengembangan 4D

Perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini terdiri dari ATP, modul ajar, bahan ajar, LKPD, dan instrument evaluasi hasil belajar kognitif yang terdiri dari kisi-kisi dan soal. Instrumen yang digunakan untuk mengumpulkan data dalam penelitian ini berupa lembar validasi. Validasi dilakukan oleh tiga validator ahli yaitu dosen pendidikan fisika dan tiga validator praktisi yaitu guru fisika MAN 1 Mataram. Dimana lembar validasi digunakan sebagai instrument uji validitas untuk memperoleh skor penilaian perangkat pembelajaran oleh validator serta mendapatkan masukan untuk perbaikan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan.

Analisis data terhadap perangkat pembelajaran yang dikembangkan dengan menggunakan skala *Likert*, yang memiliki rentang penilaian dari 1 hingga 4. Pada setiap pilihan jawaban terdapat skor yang berbeda. Skor penilaian oleh validator ahli dan validator praktisi disajikan pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Skor Penilaian Validator Ahli dan Validator Praktisi

Pilihan Jawaban	Skor
Baik	4
Cukup baik	3
Kurang baik	2
Tidak baik	1

Dimana setiap butir pertanyaan pada instrument dikumpulkan dengan menggunakan lembar validasi ahli seperti yang tercantum pada Tabel 1. Digunakan rumus untuk menghitung persentase validitas produk perangkat pembelajaran yang telah disusun sebagai berikut:

$$P = \frac{f}{N} \times 100\% \dots (1)$$

Keterangan :

P = Nilai yang diperoleh

f = Skor yang Didapat

N = Jumlah Frekuensi/ skor maksimal

Data penilaian yang didapatkan dari validator kemudian dikonversi menjadi kriteria validitas perangkat pembelajaran. Pengkonversian data dilakukan dengan menganalisis tiap aspek pernyataan pada lembar validasi yang telah dinilai. Menghitung presentase dapat menggunakan rumus dalam Melanti et al., (2020), yaitu sebagai berikut.

$$Ps = \frac{\text{Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor Maksimal}} \times 100\%$$

Setelah mendapatkan skor dalam bentuk persentase dari tiap aspek pernyataan, skor tersebut dijumlahkan seluruhnya dan dibagi dengan total aspek pernyataan untuk mengetahui nilai rata-rata skor validitas perangkat pembelajaran. Skor rata-rata dalam bentuk persentase tersebut selanjutnya dapat dicocokkan dengan kriteria validitas seperti yang disajikan dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Kriteria Validitas Perangkat Pembelajaran

Skor (%)	Kriteria
85,01 – 100 %	Valid
70,01 – 85 %	Cukup valid
50,01 – 70 %	Kurang valid
0 – 50 %	Tidak valid

(Akbar, 2013)

Sedangkan data reliabilitas dianalisis menggunakan rumus *Percentage Agreement* (PA).

$$PA = \left(1 - \frac{A - B}{A + B}\right) \times 100\% \dots (3)$$

dengan A = skor dari validator yang lebih tinggi dan B = skor dari validator yang lebih rendah. Kriteria reliabilitas dikategorikan sangat reliabel jika PA >75%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Informasi dan data dalam penelitian ini dikumpulkan melalui kegiatan penelitian yang dilaksanakan di Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Mataram serta MAN 1 Mataram. Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan produk berupa modul ajar, bahan ajar, LKPD dan instrument evaluasi. Tahapan pengembangan mengacu pada model 4D yaitu tahap *define*, tahap *design*, tahap *develop* dan tahap *disseminate*. Namun dalam penelitian hanya sampai pada tahap *develop*.

Define

Tahap define atau pendefinisian merupakan tahap awal penelitian yang bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang karakteristik peserta didik, permasalahan yang muncul saat proses pembelajaran berlangsung, metode pembelajaran yang digunakan oleh guru, media dan sumber belajar yang digunakan sebagai penunjang dalam melaksanakan pembelajaran. Permasalahan yang teridentifikasi adalah bahwa proses pembelajaran masih bersifat satu arah yaitu guru kepada peserta didik. Guru menjelaskan di depan kelas kemudian peserta didik hanya mencatat dan mendengarkan apa yang disampaikan dan mendengarkan apa yang disampaikan oleh guru. Selain itu, bahan ajar yang digunakan oleh peserta didik hanya berupa Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). LKPD yang diterapkan juga belum mampu meningkatkan hasil belajar peserta didik.

Design

Tahap design merupakan tahap penyusunan draft awal yang dijadikan acuan kelayakan dalam kualitas perangkat pembelajaran berbasis Discovery Learning berbantuan simulasi PhET pada materi fluida dinamis. Perangkat pembelajaran moddl Discovery Learning berbantuan simulasi PhET yang disusun meliputi, CP, modul ajar, bahan ajar, LKPD, dan instrument evaluasi hasil belajar kognitif.

Develop

Setelah rancangan awal perangkat pembelajaran terselesaikan selanjutnya adalah tahap *develop* (pengembangan), yang terdiri dari validitas ahli dan validitas praktisi. Hasil dari tahap pengembangan ini adalah data kualitatif dan kuantitatif yang diperoleh dari hasil penilaian validator ahli dan validator praktisi. Uji Validitas bertujuan untuk mengetahui penilaian dari validator ahli dan validator praktisi terhadap perangkat pembelajaran yang telah dirancang. Penilaian dari validator tersebut dapat digunakan untuk mengetahui apakah perangkat pembelajaran tersebut valid atau tidak untuk digunakan.

Tabel 3. Hasil Validitas Perangkat Pembelajaran oleh Validator Ahli

Produk	Skor rata-rata	Kategori
Modul Ajar	82,27	Cukup Valid
Bahan Ajar	86,91	Valid
LKPD	89,82	Valid
Instrumen Evaluasi	85,41	Valid

Tabel 4. Hasil Validitas Perangkat Pembelajaran oleh Validator Praktisi

Produk	Skor rata-rata	Kategori
Modul Ajar	97,5	Sangat Valid
Bahan Ajar	97,5	Sangat Valid
LKPD	97,22	Sangat Valid
Instrumen Evaluasi	91,67	Sangat Valid

Tabel 5. Hasil Reliabilitas Perangkat Pembelajaran oleh Validator

Produk	Skor rata-rata	Kategori
Modul Ajar	93,48 %	Reliabel
Bahan Ajar	97,22 %	Reliabel
LKPD	95,24 %	Reliabel
Instrumen Evaluasi	95,24 %	Reliabel

Berdasarkan perhitungan skala *likert* pada tabel 1 dan 2 menunjukkan nilai rata-rata persentase validitas modul ajar dari validator ahli sebesar 82,27 termasuk dalam kategori cukup valid dan penilaian dari validator praktisi sebesar 97,5 dalam kategori valid. Hal ini dikarenakan modul ajar yang disusun memuat jelas identitas satuan pendidikan kelas, mata pelajaran, jumlah pertemuan dan langkah-langkah pembelajaran yang disesuaikan dengan model *discovery learning* berbantuan simulasi PhET yang digunakan., penyediaan alokasi dan adanya rincian waktu untuk setiap kegiatan pembelajaran yang dilakukan, serta penggunaan bahasa baku pada modul ajar. Selain itu kelengkapan tujuan pembelajaran yang telah disesuaikan dengan ABCD (*Audience, Behavior, Condition ang Degree*). Sejalan dengan penelitian Dalem et al (2025) yang memperoleh hasil validasi modul ajar berada pada kategori valid, dimana langkah-langkah sesuai dengan sintaks model pembelajaran *discovery learning* sehingga modul ajar tersebut dapat digunakan dalam pembelajaran.

Nilai rata-rata persentase validitas bahan ajar dari validator ahli dan validator praktisi berturut-turut sebesar 86,91 dan 95,24. Artinya bahan ajar yang dikembangkan termasuk ke dalam kategori valid. Hal ini dikarenakan bahan ajar yang dikembangkan disusun dengan konsep yang runtut, kesesuaian dengan capaian pembelajaran sehingga membantu guru dalam mencapai suatu capaian pembelajaran tertentu, ketersediaan gambar yang membantu peserta didik dalam memahami materi ajar, serta penggunaan kata-kata yang jelas dan mudah dipahami.

Nilai rata-rata validitas LKPD dari validator ahli dan praktisi berturut-turut sebesar 89,82 dan 97,22 yang termaksud dalam kategori valid. Hal ini karena LKPD yang dikembangkan peneliti memiliki penampilan menarik, memuat identitas LKPD serta kesesuaian LKPD dengan alur tujuan pembelajaran. LKPD yang dikembangkan peneliti juga menggunakan bahasa baku dan penggunaan bahasa yang mudah dimengerti sehingga memudahkan peserta didik dalam mengerjakan atau memahami perintah yang terdapat dalam LKPD. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Febriantika et al (2022) menunjukkan bahwa pengembangan LKPD dengan model *discovery learning* berbantuan simulasi PhET dapat digunakan untuk meningkatkan hasil belajar fisika peserta didik.

Nilai rata-rata persentase validates instrument tes hasil belajar kognitif dari validator ahli dan validator praktisi secara berturut-turut yaitu sebesar 85,41 dan 91,67 dengan kategori valid. Hal ini dikarenakan instrument evaluasi yang dikembangkan memuat kesesuaian butir soal dengan indikator hasil belajar kognitif serta penggunaan bahasa yang sederhana sehingga mudah dipahami peserta didik.

Selain itu, nilai reliabilitas perangkat pembelajaran berdasarkan berdasarkan tabel 3, perolehan dari validator ahli dan praktisi untuk modul ajar adalah sebesar 93,48, bahan ajar

sebesar 97,22, LKPD sebesar 95,24 dan instrument evaluasi sebesar 94,28. Sesuai dengan metode Borich, maka semua perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam hal ini dikategorikan reliabel, dikarenakan persentase yang didapatkan lebih besar 75%. Sehingga dari hasil analisis reliabilitas dapat dikatakan bahwa perangkat pembelajaran yang dikembangkan dapat dipercaya dan konsisten dalam mengukur apa yang seharusnya diukur.

Berdasarkan penjelasan mengenai validitas dan reliabilitas perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran model *discovery learning* berbantuan simulasi PhET valid atau dapat digunakan dalam pembelajaran dengan kategori valid dan reliabel.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka diperoleh kesimpulan yaitu pengembangan perangkat pembelajaran model *discovery learning* berbantuan simulasi PhET dinyatakan valid untuk digunakan dalam pembelajaran berdasarkan hasil validasi oleh validator ahli dan praktisi dan pengembangan perangkat pembelajaran dengan model *discovery learning* berbantuan simulasi PhET dinyatakan reliabel dan layak digunakan dalam pembelajaran berdasarkan hasil reliabilitas dari validator ahli dan validator praktisi.

REKOMENDASI

Berdasarkan hasil penelitian, direkomendasikan agar perangkat pembelajaran dengan model *Discovery Learning* berbantuan simulasi PhET ini oleh guru dapat dijadikan referensi atau alternatif dalam proses pembelajaran pada materi fisika.

DAFTAR PUSTAKA

- Adams, W.K., Paulson, A., & Wieman, C.E. (2010). *What Levels of Guidance Promote Engaged Exploration With Interactive Simulation AIP Conference Proceedings*, 1289(1), 8-11. <https://doi.org/10.1063/1.3519353>
- Akbar, s. (2013). *Instrumen Perangkat Pembelajaran*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Anderson, L.W., & Krathwol, D.R. (2017). *Kerangka Landasan untuk Pembelajaran Pengajaran, dan Assesmen*. Pustaka Pelajar.
- Arikunto, S. (2012). *Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan*. Bumi Aksara.
- Dalem, A., A.I.A.M., Sutrio, S., 'Ardhuha, J., & Wahyudi, W. (2025). Pengembangan Perangkat Pembelajaran model *discovery learning* berbantuan PhET untuk meningkatkan pemahaman konsep dan kemampuan berpikir kritis peserta didik SMA. *Jurnal Pendidikan, Sains, Geologi dan Geofisika (GeoScienceEd Journal)*, 6(2), 1072-1082. doi: <https://doi.org/10.29303/Geoscienceed.v6i2.1097>
- Febriantika, Putri, Pangesti., Bhakti, Karyadi., Mellyata, Uliyandari., Sutarno, Nirwana. (2022). Pengembangan E-LKPD Berbasis *Discovery Learning* Berbantuan Virtual Laboratorium PhET pada Materi Kalor untuk SMP Kelas VII. *Diksains: Jurnal Ilmiah Pendidikan Sains*. 3(1), 2775-9253.
- Gunawan, G. (2015). *Model Pembelajaran Fisika*. FKIP UNRAM Press.
- Hermiyanti., Wandira Ayu Bertin. (2017). Pendekatan Konsep Dan Pendekatan Lingkungan. In *Journal of Chemical Information And Modeling* (Vol.8, Issue 9).
- Hosnan, M. (2014). *Pendekatan Saintifik dan Konstektual dalam Pembelajaran Abad 21*. Ghalia Indonesia.
- Latifah, E., Setiawati,L., & Basith, A. (2016). *Pengembangan Perangkat Pembelajaran untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa SMA*. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*, 4(2), 89-96.
- Maison, M., Sari, A.D., & Amelia R. (2020). Higher-order thinking skills in physics learning: A need analysis. *jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(3), 1-10. <https://doi.org/10.15294/jpii.v9i3.23764>
- Majid, A. (20213). *Strategi Pembelajaran*. PT Remaja Rosdakarya.
- Melanti, D. (2020). *Pengembangan perangkat pembelajaran fisika berbasis inkuiri untuk meningkatkan hasil belajar siswa*. Universitas Pendidikan Indonesia.

- Moore, E.B., Chamberlain, J.M., Parson, R., & Perkins, K.K. (2014). Phet interactive simulations: Transformative tools for teaching chemistry. *Journal of Chemical Education*, 91(8), 1191-1197. <https://doi.org/10.1021/ed4005084>
- Mullis, I. V. S., Martin, M.O., & Arora, A. (2024). *TIMSS 2023 International Result in Science and Mathematics*. IEA & Boston College.
- Nafrianti. (2016). Pengaruh Penggunaan Media Simulasi PhET terhadap Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 4(2), 130-137.
- Nurrita, T. (2018). Pengembangan media pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar siswa. *Jurnal Misykat*, 3(1), 171-187.
- OECD. (2019). *PISA 2018 Result (Volume 1): What Students Know and Can Do*. <https://doi.org/10.1787/5f07c754-en>
- Prastowo, A. (2014). *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*. Diva Press.
- Putra, R.M., & Prasetyo, Z. K. (2020). Pengembangan modul ajar berbasis literasi sains. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 8(2), 93-100.
- Qomalasari, I., Susanti, E., & Darmawan, D. (2021). Pengembangan perangkat berbasis masalah. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 10(1), 15-23.
- Rahayu, D.S. (2020). *Mudah Menyusun Perangkat Pembelajaran*. PT Grasindo.
- Sari, A.D., & Pratama, R.A. (2019). Pengaruh penggunaan simulasi PhET terhadap pemahaman konsep fisika. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 7(2), 104-113.
- Sari, D.P., & Rosana, D. (2020). The effectiveness of discovery learning model using PhET simulation. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 9(3), 392-402. <https://doi.org/10.1529/jjii.v9i3.25122>
- Siregar, E., & Nara, I. (2015). *Teori Belajar dan Pembelajaran*. Ghalia Indonesia.
- Srisawasdi, N., & Kroothkeaw, S. (2014). Supporting students' conceptual understanding of light refraction through inquiry-based learning with computer simulations. *Kasetsart Journal, Social Sciences*, 35(1), 1-12.
- Sugiyono. (2019). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suparno, P. (2017). Penerapan Discovery Learning dalam pembelajaran fisika untuk meningkatkan hasil belajar. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 13(1), 1-8.
- Suwandi, A., Widodo, S., & Nugroho, S. E. (2021). Pengembangan modul ajar berbasis pendekatan saintifik. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*, 10(1), 123-131.
- Thiagarajam, S., Semmel, D. S., & Semmel, M.I (1974). *Instruction Development for Training Teachers of Exceptional Children: A Sourcebook*. Indiana University.
- TIMSS & PIRLS International Study Center. (2020). *TIMSS 2019 International Result in Mathematics and Science*. <https://timssandpirls.bc.edu/timss2019/>
- Trianto. (2010). *Model Pembelajaran Terpadu: Konsep, Strategi, dan Implementasinya dalam KTSP*. Bumi Aksara.