

Pengaruh Model *Guided Discovery Learning* Berbantuan Media Simulasi *PhET* Terhadap Pemahaman Konsep Fisika Siswa

Rian Hidayat, Lukman Hakim, dan Linda Lia

Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Universitas PGRI Palembang, Palembang, Indonesia

lukmanhakim1976@gmail.com

DOI: 10.20527/bipf.v7i2.5900

Received : 24 Januari 2019 Accepted : 29 Juni 2019 Published : 30 Juni 2019

Abstrak: Tujuan penelitian ini ialah untuk menganalisis pengaruh model *guided discovery learning* berbantuan media simulasi *PhET* terhadap pemahaman konsep fisika siswa. Metode penelitian yang digunakan ialah kuasi eksperimen dengan desain *the matching only post-test control group design*. Populasi dalam penelitian ini yaitu seluruh siswa kelas XI IPA SMA Negeri 22 Palembang yang terdiri dari 6 kelas. Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *purposive sampling*, dan mengambil 2 kelas sebagai kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pengumpulan data menggunakan instrumen tes pemahaman konsep. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rerata pemahaman konsep kelas eksperimen $\bar{X} = 85,00$ dan kelas kontrol sebesar $\bar{X} = 71,92$. Hasil uji-t berpasangan diperoleh $t_{hitung} > t_{tabel}$ yaitu $8,17 > 1,67$; yang berarti ada pengaruh secara signifikan penerapan model *guided discovery learning* terhadap pemahaman konsep fisika siswa. Diperoleh simpulan bahwa model *guided discovery learning* berbantuan media simulasi *PhET* secara signifikan berpengaruh terhadap pemahaman konsep fisika siswa dibandingkan dengan pembelajaran konvensional.

Kata Kunci: *Guided Discovery Learning*, Pemahaman Konsep, Simulasi *PhET*

Abstract: *The purpose of this study was to analyze the effect of guided discovery learning models assisted by media PhET simulation of the understanding of students' physics concepts. The research method used was quasi-experimental with the matching only post-test control group design. The population in this study was all students of class XI IPA SMA Negeri 22 Palembang consisting of 6 classes. Sampling was done by purposive sampling technique and took two classes as the experimental class and the control class. Data collection using concept understanding test instruments. The results showed that the mean understanding of the experimental class concept $\bar{X} = 85.00$ and the control class $\bar{X} = 71.92$. The results of the t-test are obtained $t_{count} > t_{table}$ that is $8.17 > 1.67$; which means that there is a significant effect of the application of the guided discovery learning model to the understanding of students' physics concepts. It was concluded that the guided discovery learning model assisted by PhET simulation media significantly influenced the understanding of students' physics concepts compared to conventional learning.*

Keywords: *Guided Discovery Learning, PhET Simulations, Understanding of Concept*

© 2019 Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika

How to cite: Hidayat, R., Hakim, L., & Lia, L. (2019). Pengaruh model *guided discovery learning* berbantuan media simulasi *PhET* terhadap pemahaman konsep fisika siswa. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 7(2), 97-104.

PENDAHULUAN

Perkembangan sains dan teknologi tidak terlepas dari penelitian bidang fisika (Roche, O'Neill, & Prendergast, 2016). Akan tetapi, pembelajaran fisika belum terintegrasi dengan perkembangan sains dan teknologi dan didominasi oleh pembelajaran yang berpusat pada guru serta materi disajikan bersifat informatif (Fathiah, Kaniawati, & Utari, 2015). Pembelajaran seperti ini kurang dapat melibatkan siswa aktif dalam pembelajaran sehingga siswa kurang dapat mentransfer konsep fisika dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari.

Keterlibatan siswa dalam kegiatan pembelajaran dipengaruhi oleh pemahaman konsep siswa karena pemahaman konsep merupakan syarat mutlak mencapai keberhasilan belajar fisika (Hapsoro & Susanto, 2011). Oleh karena itu, pembelajaran fisika lebih menekankan pada pemahaman dibanding dengan mengingat konsep (Mursalin, 2014). Akan tetapi, pemahaman konsep jarang mendapat perhatian yang serius oleh guru dan lebih mengutamakan aspek matematika dan penyelesaian masalah secara matematis dibandingkan dengan penyelesaian menggunakan gambar, diagram, atau simulasi dan animasi komputer. Oleh karena itu pemahaman konsep siswa termasuk salah satu tujuan utama pembelajaran fisika.

Siswa yang memiliki pemahaman konsep memiliki kemampuan interpretasi, translasi, ekstrapolasi dan interpolasi. Kemampuan tersebut dibutuhkan oleh siswa dalam menghadapi berbagai masalah yang dihadapi dalam kehidupan sehari-hari dan dunia kerja. Kemampuan translasi merupakan kemampuan seseorang untuk memahami sesuatu yang dinyatakan dengan cara lain dari pernyataan asli yang telah dikenal sebelumnya, misalnya perubahan bentuk verbal menjadi grafik atau sebaliknya.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara dengan guru di salah satu SMA di kota Palembang diketahui bahwa hasil ulangan harian fisika masih rendah atau di bawah rata-rata kriteria ketuntasan minimal (KKM = 68). Hal ini menunjukkan pemahaman konsep fisika yang kurang. Proses pembelajaran di sekolah masih menerapkan model konvensional yaitu, model pembelajaran tutor sebaya dan ceramah sehingga hasil belajar kurang memuaskan. Selain itu, kurangnya pemanfaatan media-media interaktif berpengaruh pada kemampuan pemahaman konsep siswa (Permana, Widiyatmoko, & Taufiq, 2016; Suniati, Sadia, & Suhandana, 2013).

Model pembelajaran inovatif yang diyakini dapat meningkatkan pemahaman konsep fisika siswa salah satunya ialah model *guided discovery learning*. Model *guided discovery learning* membantu siswa membangun pengetahuan melalui penemuan sendiri (Carin, 1993). Penggunaan model *guided discovery learning* dapat meningkatkan pemahaman konsep, kemampuan kognitif, mereduksi miskonsepsi, dan meningkatkan literasi sains siswa (Ardianto & Rubini, 2016; Habibulloh, Jatmiko, & Widodo, 2017; Mastuang, Erliana, Misbah, & Miriam, 2017; Yuliani & Saragih, 2015). Penerapan model *guided discovery learning* membutuhkan sentuhan inovasi guru sehingga penerapannya secara maksimal dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa. Penerapan model *discovery learning* melibatkan seluruh kemampuan siswa untuk memperoleh pengetahuan baru secara sistematis, kritis, logis, dan analitis dengan menggunakan ide, konsep dan pengetahuan dimiliki yang dapat dirumuskan dengan percaya diri (Purnomo, 2011; Purwanto & Nughor, 2012). Dengan demikian penerapan model *guided discovery learning* merupakan upaya yang tepat untuk meningkatkan pemahaman konsep fisika

siswa (Rohim, Susanto, & Ellianawati, 2012).

Pada era revolusi industri 4.0 penggunaan teknologi pembelajaran merupakan kompetensi yang harus dimiliki guru profesional. Penggunaan media pembelajaran memudahkan siswa berinteraksi dengan media dan pembelajaran sesuai dengan kecepatan belajar setiap siswa (Lia, 2015). Interaksi siswa dengan media dapat menciptakan lingkungan pembelajaran yang menyenangkan dan meningkatkan keterlibatan siswa untuk berperan aktif untuk menemukan konsep-konsep yang baru (Rahayu & Erman, 2017). Beberapa media pembelajaran yang dapat mendukung pembelajaran fisika misalnya media pembelajaran fisika berbasis komputer, seperti *PhET*. Simulasi *PhET* merupakan media simulasi interaktif yang menyenangkan dan berbasis penemuan yang dapat meningkatkan pemahaman konsep siswa (Sari, Lutfi, & Qosyim, 2013). Dengan demikian, penggunaan media simulasi *PhET* dikombinasikan dengan model *guided discovery learning* dapat membantu siswa memahami konsep fisika.

Penelitian ini menerapkan model *guided discovery learning* berbantuan media simulasi *PhET*. Tujuan penelitian ini ialah menganalisis pengaruh model *guided discovery learning* berbantuan media simulasi *PhET* terhadap pemahaman konsep fisika siswa. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah khazanah hasil penelitian penerapan model *guided discovery learning* dengan menggunakan *PhET*.

METODE

Penelitian ini menggunakan penelitian kuasi eksperimen. Desain penelitian yang digunakan yaitu *the matching only posttest control group design*, seperti tertera pada Tabel 1.

Tabel 1 Desain Penelitian

Kelas	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	X	O
Kontrol	Y	O

Keterangan:

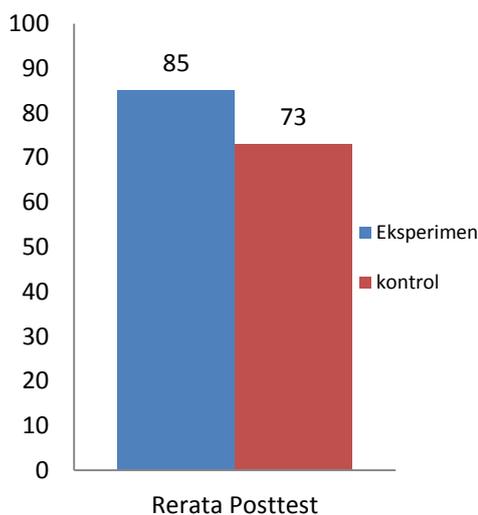
- O : Hasil *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol
- X : Model *guided discovery learning* berbantuan simulasi *PhET*
- Y : Model pembelajaran konvensional

Populasi dalam penelitian ini ialah siswa kelas XI IPA pada SMA 22 Palembang yang terdiri dari enam kelas. Dari ke-enam kelas tersebut diambil dua kelas sebagai sampel penelitian. Penentuan sampel penelitian dengan menggunakan *purposive sampling*. Pengumpulan data menggunakan instrumen tes pemahaman konsep yang terdiri atas tujuh soal dalam bentuk esai. Semua butir tes tersebut telah memenuhi uji validitas, reliabilitas, tingkat kesukaran, dan daya beda.

Data *posttest* pemahaman konsep siswa dianalisis dengan menggunakan uji-t. Sebelum melakukan uji-t terlebih dahulu dilakukan uji prasyarat yaitu uji normalitas dan uji homogenitas. Uji normalitas menggunakan uji Chi Kuadrat dan uji homogenitas menggunakan uji-F. Kriteria uji normalitas adalah Jika $X^2_{hitung} < X^2_{tabel}$ data terdistribusi normal dan untuk lainnya data terdistribusi tidak normal. Kriteria untuk uji homogenitas adalah jika $F_{hitung} < F_{tabel}$ berarti kedua varians data homogen. Kriteria untuk uji-t adalah jika $t_{hitung} \leq t_{tabel}$ maka H_0 diterima dan untuk lainnya H_0 ditolak (Sudjana, 2013).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Rerata hasil *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 Hasil *Posttest* Kelas Eksperimen dan Kontrol

Berdasarkan Gambar 1 terlihat perbandingan skor *posttest* kelas eksperimen 83 lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol 73. Kedua hasil *posttest* kelas eksperimen dan kelas kontrol dalam kategori tinggi.

Hasil uji normalitas kelas eksperimen dan kelas kontrol disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Uji Normalitas Pemahaman Konsep Fisika

Kelas	Nilai x_h^2	x_{tabel}^2	Kesimpulan
Eks-perimen	8,74	11,07	Data berdistribusi normal
Kontrol	9,34	11,07	Data berdistribusi normal

Tabel 2 menunjukkan data kelas eksperimen dan kelas kontrol terdistribusi normal. Selanjutnya, hasil uji homogenitas disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Uji Homogenitas Pemahaman Konsep Siswa

F_{hitung}	F_{tabel}	Kesimpulan	Keterangan
1,13	1,77	$F_{hitung} < F_{tabel}$	Data Homogen

Tabel 3 menunjukkan bahwa varians dalam penelitian ini adalah homogen. Mengingat data *posttest* pemahaman konsep kelas eksperimen dan kontrol memenuhi syarat normalitas dan homogenitas, maka dapat dilanjutkan dengan uji-t. Hasil uji-t pemahaman konsep disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil Uji-t Pemahaman Konsep

Kelas	Nilai t	t_{tabel}	Kesimpulan
Eks-Perimen	8,17	1,67	H_0 ditolak
Kontrol			

Tabel 4 menunjukkan $t_{hitung} > t_{tabel}$ atau $8,17 > 1,67$, dengan demikian H_0 ditolak. Artinya ada pengaruh yang signifikan menggunakan model *guided discovery learning* berbantuan media simulasi *PhET* terhadap pemahaman konsep fisika siswa. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa materi yang dipelajari siswa melalui *guided discovery learning* dapat mencapai tingkat kemampuan yang tinggi dan lebih lama membekas karena mereka dilibatkan dalam proses menemukan materi tersebut. Hal ini sejalan dengan pendapat Syaifullah & Jatmiko (2014) bahwa salah satu karakteristik model *guided discovery learning* adalah siswa berusaha menemukan konsep sendiri melalui bimbingan guru.

Pada model *guided discovery learning* kemampuan siswa menyimpulkan merupakan keterampilan penting yang harus dikembangkan. Kesimpulan yang diperoleh siswa dibantu dengan menggunakan grafik hubungan antar variabel. Kegiatan ini secara otomatis melatih siswa mengubah pernyataan verbal menjadi persamaan matematika atau grafik persamaan matematik. Kemampuan siswa mengubah suatu representasi ke bentuk representasi lain merupakan kemampuan pemahaman konsep siswa dalam taksonomi Bloom.

Selain itu, melalui analisis grafik siswa memahami besaran atau nilai

sebuah variabel pada setiap titik yang disajikan. Jika ada nilai atau variabel yang tidak diketahui maka siswa dapat menentukan nilai tersebut berdasarkan pada hubungan setiap nilai pada titik lain yang diberikan. Kemampuan siswa menentukan nilai atau besar variabel pada titik tertentu merupakan kemampuan interpolasi. Kemampuan interpolasi merupakan kemampuan penting yang harus dimiliki oleh siswa dalam memahami konsep fisika. Dengan demikian model *guided discovery learning* melatih berbagai keterampilan siswa untuk memahami konsep fisika. Keterampilan yang dikembangkan dengan model *guided discovery learning* antara lain, adalah interpolasi, ekstrapolasi, dan interpretasi grafik.

Kegiatan pembelajaran yang membimbing siswa melakukan penyelidikan menggunakan *PhET* dapat membantu siswa dalam menghasilkan nilai yang sangat tepat sehingga lebih mudah dalam analisis dan menarik kesimpulan. Hal ini disebabkan karena nilai yang ditampilkan hasil simulasi merupakan nilai ideal sesuai dengan formulasi yang digunakan. Nilai-nilai ideal dari hasil pengukuran merupakan suatu yang sangat sulit diperoleh dengan menggunakan peralatan real. Hal ini merupakan kelebihan penerapan *PhET* dibandingkan dengan hasil yang diperoleh dengan menggunakan peralatan real.

Kegiatan analisis data dalam model *guided discovery learning* meningkatkan keaktifan siswa dalam proses pembelajaran. Hal ini disebabkan karena siswa harus mencatat hasil pengamatan, membuat generalisasi dan menguji hipotesis. Rangkaian kegiatan ini membantu siswa untuk menemukan konsep, yang merupakan tujuan yang harus dicapai dalam pembelajaran. Oleh karena itu, proses penemuan konsep oleh siswa sendiri dapat meningkatkan keaktifan siswa dalam *guided discovery learning* karena siswa harus berpikir

hubungan antar nilai dan variabel yang terlibat, bukan sekedar mendengarkan informasi yang diberikan guru (Hudojo dalam Aqib & Murtadlo, 2016).

Melalui pembelajaran model *guided discovery learning* siswa tidak diberikan konsep akan tetapi siswa dibimbing menyelesaikan masalah sehingga mendapatkan konsep. Bimbingan yang diberikan berupa pertanyaan-pertanyaan penuntun bukan pernyataan atau definisi. Selain pertanyaan yang telah disediakan guru juga dituntut untuk berimprovisasi jika siswa tidak dapat memahami pertanyaan yang diberikan oleh guru.

Penerapan *guided discovery learning* dapat melatih keterampilan siswa untuk menyelidiki dan memecahkan masalah secara mandiri (Sulistyowati, Widodo, & Sumarni, 2012). Guru memberikan kebebasan siswa untuk menemukan suatu konsep sendiri, karena dengan menemukan sendiri siswa dapat lebih memahami apa yang didapatkan tersebut sehingga dapat diingat lebih lama (Aprilia, 2015). Sehingga penerapan model *guided discovery learning* berpengaruh terhadap hasil belajar siswa (Kariani, Ali, & Saehana, 2018).

Tabel 4 memperlihatkan bahwa model *guided discovery learning* berpengaruh signifikan terhadap pemahaman konsep fisika siswa. Peningkatan pemahaman konsep fisika disebabkan kemampuan pemecahan masalah siswa semakin baik. Siswa menyelesaikan masalah dibimbing membuat grafik hubungan antar variabel. Kemampuan siswa menampilkan data hasil berbentuk grafik data eksperimen yang dijelaskan secara verbal meningkatkan kemampuan translasi siswa. Translasi merupakan aspek penting dalam pemahaman konsep.

Proses pembelajaran pada kelas eksperimen selain belajar dengan dengan bimbingan guru, juga dibantu oleh tayangan simulasi *PhET*. Siswa tidak hanya belajar melalui kegiatan praktikum

saja, tetapi dapat membuktikan hasil praktikum berdasarkan tayangan simulasi *PhET*. Dengan demikian, penguasaan pemahaman konsep siswa menjadi lebih tinggi terhadap materi yang sedang dipelajari. Hal ini didukung Krisdiana & Supardi (2015) bahwa *PhET* adalah media simulasi interaktif yang mengajak siswa belajar melalui simulasi interaktif berbasis penemuan untuk memperjelas konsep-konsep fisis. Oleh karena itu, siswa yang belajar dengan media simulasi *PhET* mampu menguatkan konsep fisika siswa (Fathul & Mulyaningsih, 2014; Khaerunnisak, 2018; Widyarningsih & Yusuf, 2018).

SIMPULAN

Model *guided discovery learning* berbasis simulasi *PhET* berpengaruh signifikan terhadap pemahaman konsep fisika siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Aprilia, L. (2015). Penerapan perangkat pembelajaran materi kalor melalui pendekatan saintifik dengan model pembelajaran *guided discovery* kelas x SMA. *Inovasi Pendidikan Fisika*, 3(3), 1–5.
- Aqib, Z., & Murtadlo, A. (2016). *Kumpulan metode pembelajaran kreatif dan inovatif*. Bandung: Satunusa.
- Ardianto, D., & Rubini, B. (2016). Comparison of students' scientific literacy in integrated science learning through model of *guided discovery* and *problem based learning*. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 5(1), 31–37.
- Carin, A. A. (1993). *Teaching science through discovery*. USA: Macmillan Publishing Company.
- Fathiah, F., Kaniawati, I., & Utari, S. (2015). Analisis didaktik pembelajaran yang dapat meningkatkan korelasi antara pemahaman konsep dan kemampuan pemecahan masalah siswa SMA pada materi fluida dinamis. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 1(1), 111–138.
- Fathul, M. M., & Mulyaningsih, S. (2014). Penerapan pembelajaran fisika pada materi cahaya dengan media *PhET simulations* untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa di SMP. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 3(1), 76–80.
- Habibulloh, M., Jatmiko, B., & Widodo, W. (2017). Pengembangan perangkat pembelajaran model *guided discovery* berbasis lab virtual untuk mereduksi miskonsepsi siswa smk topik efek fotolistrik. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya*, 7(1), 27–43.
- Hapsoro, C. A., & Susanto, H. (2011). Penerapan pembelajaran *problem based instruction* berbantuan alat peraga pada materi cahaya di SMP. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 7(1), 28–32.
- Kariani, K., Ali, M., & Saehana, S. (2018). Pengaruh model pembelajaran *guided discovery* terhadap hasil belajar fisika pada siswa kelas vii SMP Negeri 9 Palu. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 6(1), 29–39.
- Khaerunnisak, K. (2018). Peningkatan pemahaman konsep dan motivasi belajar siswa melalui simulasi *physic education technology (PhET)*. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 4(2), 7–12.
- Krisdiana, A., & Supardi, Z. A. I. (2015). Penerapan pembelajaran *guided discovery* pada materi fluida dinamik dengan media *PhET* untuk meningkatkan hasil belajar siswa SMA Negeri 1 Sooko. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 4(2), 133–140.
- Lia, L. (2015). Multimedia Interaktif sebagai salah satu alternatif

- pembelajaran dalam bidang ilmu pendidikan sains. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 2(2), 132–140.
- Mastuang, M., Erliana, E., Misbah, M., & Miriam, S. (2017). Penerapan model discovery learning untuk meningkatkan karakter tanggung jawab dan kemampuan kognitif siswa. *Jurnal Pendidikan Informatika dan Sains*, 6(2), 132–142.
- Mursalin, M. (2014). Meminimalkan miskonsepsi pada materi rangkaian listrik dengan pembelajaran predict-observe-explain. *Jurnal Ilmu Pendidikan Universitas Negeri Malang*, 20(1), 94–99.
- Permana, N. A., Widiyatmoko, A., & Taufiq, M. (2016). Pengaruh virtual laboratory berbasis flash animation terhadap pemahaman konsep dan keterampilan berpikir kritis peserta didik tema optik kelas viii SMP. *Unnes Science Education Journal*, 5(3), 1354–1365.
- Purnomo, Y. W. (2011). Keefektifan model penemuan terbimbing dan kooperatif learning pada pembelajaran matematika. *Jurnal Kependidikan*, 41(1), 37–54.
- Purwanto, C. E., & Nughoru, S. E. (2012). Penerapan model pembelajaran guided discovery pada materi pemantulan cahaya untuk meningkatkan berpikir kritis. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 1(1), 26–32.
- Rahayu, S., & Erman, E. (2017). Penerapan pendekatan saintifik dengan media simulasi PhET pada materi gelombang untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa SMP. *Jurnal Pendidikan Sains*, 5(3), 253–256.
- Roche, J., O'Neill, A., & Prendergast, M. (2016). An inquiry-based learning intervention to support post-primary engagement with science, technology, engineering and mathematics. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 4(4), 431–439.
- Rohim, F., Susanto, H., & Ellianawati, E. (2012). Penerapan model discovery terbimbing pada pembelajaran fisika untuk meningkatkan kemampuan berpikir kreatif. *Unnes Physics Education Journal*, 1(1), 1–5.
- Sari, D. P., Lutfi, A., & Qosyim, A. (2013). Uji coba pembelajaran IPA dengan LKS sebagai penunjang media virtual PhET untuk melatih keterampilan proses pada materi hukum Archimedes. *Jurnal Pendidikan Sains E-Pensa*, 1(2), 15–20.
- Sudjana, S. (2013). *Metoda statistika*. Bandung: Tarsito.
- Sulistyowati, N., Widodo, A. T. W. T., & Sumarni, W. (2012). Efektivitas model pembelajaran guided discovery learning terhadap kemampuan pemecahan masalah kimia. *Chemistry in Education*, 1(2), 49–55.
- Suniati, N. M. S., Sadia, I. W., & Suhandana, G. A. (2013). Pengaruh implementasi pembelajaran kontekstual berbantuan multimedia interaktif terhadap penurunan miskonsepsi (studi kuasi eksperimen dalam pembelajaran cahaya dan alat optik di SMP Negeri 2 Amlapura). *Jurnal Administrasi Pendidikan Indonesia*, 4(1), 1–13.
- Syaifulah, R. B., & Jatmiko, B. (2014). Penerapan Pembelajaran dengan model guided discovery dengan lab virtual PhET untuk meningkatkan hasil belajar siswa kelas xi di SMAN 1 Tuban pada pokok bahasan teori kinetik gas. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika (JIPF)*, 3(2), 174–179.
- Widyaningsih, S. W., & Yusuf, I. (2018). Penerapan simulasi PhET

- terhadap hasil belajar mahasiswa pada mata kuliah fisika ii di program studi ilmu kelautan Universitas Papua. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 6(2), 180–189.
- Yuliani, K., & Saragih, S. (2015). The development of learning devices based guided discovery model to improve understanding concept and critical thinking mathematical ability of students at islamic junior high school of medan. *Journal of Education and Practice*, 6(24), 116–128.